



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Jurídica, Social y Administrativa.

Carrera de Economía

Efecto de la innovación tecnológica sobre la productividad de la economía ecuatoriana período 1990-2020. Análisis econométrico con datos de series de tiempo.

Trabajo de Integración Curricular Previo a
la Obtención del Título de Economista.

AUTORA:

Ana Cristina Poma Tene

DIRECTOR:

Econ. Julio Cesar Granda Pardo Mg. Sc

Loja – Ecuador

2024

CERIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Loja, 05 de noviembre de 2024

Eco. Julio Cesar Granda Mg. Sc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular de grado titulado “Efecto de la innovación tecnológica sobre la productividad de la economía ecuatoriana período 1990-2020. Análisis econométrico con datos de series de tiempo” de autoría de la estudiante Ana Cristina Poma Tene previa a la obtención del título de Economista, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.

Eco. Julio Cesar Granda Mg. Sc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, Ana Cristina Poma Tene, declaro ser autora del presente trabajo del Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido de esta. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi tesis en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula de identidad: 1105821985

Fecha: Loja, 05 de noviembre de 2024

Correo electrónico: ana.poma@unl.edu.ec

Celular: 0999409199

CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR POR PARTE DEL AUTORA PARA LA CONSULTA DE PRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE TEXTO COMPLETO

Yo Ana Cristina Poma Tene declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular titulado “Efecto de la innovación tecnológica sobre la productividad de la economía ecuatoriana período 1990-2020. Análisis econométrico con datos de series de tiempo”, como requisito para optar el título de Economista, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los cinco días del mes de noviembre del dos mil veinte y cuatro.

Firma:

Autor: Ana Cristina Poma Tene

Cédula: 1105821985

Dirección: Loja

Correo electrónico: ana.poma@unl.edu.ec

Celular: 0999409199

DATOS COPLEMENTARIOS

Director de Trabajo de Integración Curricular: Eco. Julio Cesar Granda Mg. Sc

Tribunal de Grado:

Presidente:

Vocal 1:

Vocal 2:

Dedicatoria

Con amor y gratitud infinita, dedico este trabajo:

A mi madre

Por ser mi pilar fundamental, por inculcarme grandes valores que me han acompañado en todos los aspectos de mi vida, por creer en mí, por su gran apoyo y sacrificio, a ti dedico con amor cada éxito.

A mi hijo

Por ser mi mayor inspiración y alegría, eres la razón que me motiva a superarme cada día, a ser un mejor ejemplo y a construir un futuro mejor para ti. Gracias por ser mi motivación diaria; este logro es tan tuyo como mío, y espero que te inspire a alcanzar tus propias metas.

Ustedes son el corazón de este logro, con cariño.

Ana Cristina Poma Tene

Agradecimiento

Agradezco a Dios por ser mi guía y fortaleza en cada paso de mi vida. A mi familia, gracias por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y su paciencia durante todo este proceso. A ti mamá, te agradezco por ser mi mayor fuente de amor y fortaleza. Madre, tus sacrificios, dedicación y amor incondicional que me has brindado son la razón por la que hoy estoy aquí, culminando este sueño.

A mi hermana Esperanza mi más profundo agradecimiento por siempre brindarme su apoyo cuando más lo necesite, por siempre velar por nuestro bien. Gracias por creer en mí y por mostrarme que, con esfuerzo y perseverancia, todo es posible.

A mi compañero de vida, gracias por tu amor, tu respaldo constante, por celebrar cada pequeño logro conmigo y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Agradezco cada sacrificio que has hecho y cada momento que has compartido conmigo en este proceso. Sin ti, este logro no habría sido posible.

Mi eterna gratitud a los docentes de la carrera de economía por su valioso aporte en mi formación profesional, de manera especial al Econ. Julio Cesar Granda Parto, Mg. Sc., quien dirigió mi trabajo de investigación.

Con todo mi cariño.

Ana Cristina Poma Tene

ÍNDICE

Hojas preliminares

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice de figuras	viii
Índice de tablas	viii
Índice de anexos	ix

Cuerpo de Trabajo de Integración Curricular

1. Título	1
2. Resumen	2
2.1 Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico.....	6
4.1. Antecedentes	6
4.2. Evidencia Empírica	8
5. Metodología.....	13
5.1. Tratamiento de Datos	13
5.2. Estrategia Econométrica	15
5.2.1. Objetivo específico 1	15
5.2.2. Objetivo específico 2	15
5.2.3. Objetivo específico 3	19
6. Resultados.....	20
6.1 Objetivo específico 1	20
6.2. Objetivo específico 2	28
6.3 Objetivo específico 3	36

7. Discusión	44
7.1. Objetivo específico 1	44
7.2 Objetivo específico 2	46
7.3 Objetivo específico 3	50
8. Conclusiones.....	54
9. Recomendaciones	56
10. Bibliografía.....	58
11. Anexos.....	67

Índice de figuras

Figura 1. Evolución del PIB per cápita e innovación tecnológica	23
Figura 2. Evolución de la FBCF, GC, IED	26
Figura 3. Correlación entre variables	28
Figura 4. Causalidad espectral del PIB per cápita con las variables IT Y FBCF.....	42
Figura 5. Causalidad espectral del PIB per cápita con las variables IED y la GC	43

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de variables.....	14
Tabla 2. Estadísticos descriptivos.....	21
Tabla 3. Factor de Inflación de la Varianza.....	29
Tabla 4. Mínimos cuadrados ordinarios	30
Tabla 5. Prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller (1979) y de Phillips-Perron (1988).	31
Tabla 6. Longitud de rezagos.....	32
Tabla 7. Prueba de cointegración de Johansen (1988)	32
Tabla 8. Vector Autorregresivo	34
Tabla 9. Vector de corrección de error.	36
Tabla 10. Prueba de causalidad de Granger-Well (1969).....	40

Índice de anexos

Anexo 1. Certificación de la traducción del resumen del Trabajo de Integración Curricular	67
Anexo 2. Matriz de correlación	68
Anexo 3. Estabilidad	68
Anexo 4. Autocorrelación	68
Anexo 5. Normalidad	69

1. Título

“Efecto de la innovación tecnológica sobre la productividad de la economía ecuatoriana período 1990-2020. Análisis econométrico con datos de series de tiempo”

2. Resumen

La recesión económica global de 2020 afectó severamente a América Latina. En el caso de Ecuador, experimentó una contracción del 6,2% en su PIB, impactando significativamente el desempleo y la pobreza. Esta investigación evaluó el efecto de la innovación tecnológica sobre la productividad en la economía ecuatoriana durante el período 1990-2020, con la finalidad de proponer políticas públicas que permitan incentivar la productividad. Se realizó un análisis econométrico utilizando series de tiempo, con datos del Banco Mundial y Swiss Economic Institute, examinando las variables de innovación tecnológica, formación bruta de capital fijo, inversión extranjera directa, globalización cultural y PIB per cápita. La metodología incluye pruebas de raíz unitaria, análisis de cointegración, modelos de Vectores de Corrección de Error (VEC), Modelos autorregresivos (VAR) y pruebas de causalidad de Granger. Los resultados no evidenciaron una relación de cointegración a largo plazo entre innovación tecnológica y productividad, mostrando así que la relación entre estas variables en Ecuador es compleja y no sigue los patrones teóricos esperados. Se observó una relación inversa a corto plazo entre estas variables. La inversión extranjera directa mostró una relación positiva con el PIB per-cápita a largo plazo, pero no se encontró causalidad en el sentido de Granger de la innovación tecnológica hacia el PIB per cápita.

Palabras clave: PIB per-cápita; IED; Globalización Cultural; Innovación Tecnológica; VAR; VEC

Códigos JEL: O47; F21; F60; O33; C32

2.1 Abstract

The global economic recession of 2020 severely affected Latin America. In Ecuador, it experienced a 6.2% contraction in its GDP, significantly impacting unemployment and poverty. This research evaluated the effect of technological innovation on productivity in the Ecuadorian economy during the period 1990-2020, with the purpose of proposing public policies that encourage productivity. An econometric analysis was carried out using time series, with data from the World Bank and Swiss Economic Institute, examining the variables of technological innovation, gross fixed capital formation, foreign direct investment, cultural globalization and GDP per capita. The methodology includes unit root tests, cointegration analysis, Vector Error Correction (VEC) models, Autoregressive (VAR) models and Granger causality tests. The results did not show a long-term cointegration relationship between technological innovation and productivity, thus showing that the relationship between these variables in Ecuador is complex and does not follow the expected theoretical patterns. An inverse short-term relationship will be observed between these variables. Foreign direct investment showed a positive relationship with GDP per capita in the long run, but no Granger causality was found from technological innovation to GDP per capita.

Keywords: GDP per capita; DEI; Cultural Globalization; Technological innovation; VAR; VEC

JEL Codes: O47; F21; F60; O33; C32

3. Introducción

La evolución del PIB per cápita en Ecuador ha experimentado fluctuaciones significativas en las últimas décadas. Según datos del Banco Mundial (2023), el país mostro un crecimiento sostenido desde inicios de los 2000 hasta 2014, pasando de \$1,451 en 2000 a \$6,347 en 2014. Sin embargo, factores como la caída del precio del petróleo y desastres naturales llevaron a una contracción entre 2015 y 2016 (Banco Central del Ecuador, 2022). Desde entonces, Ecuador ha enfrentado desafíos para recuperar su ritmo de crecimiento. Además, la crisis económica global desencadenada por la pandemia de COVID-19 en el primer trimestre de 2020 resultó en una contracción económica a nivel mundial, con una caída del 3,6% en el producto interno bruto a nivel global (Takyi et al., 2023, Pitterle y Niermann, 2021). De tal manera, hubo una reducción en la actividad económica de los hogares y las empresas, considerados como elementos fundamentales en la economía (Banco Mundial, 2022). Este suceso se atribuye a las medidas de confinamiento, ya que, explicaron el decrecimiento del PIB en China en 2,8 puntos (Wu et al., 2023).

Asimismo, el presente estudio se fundamenta en la teoría Romer (1986), que postula al stock de conocimientos como principal factor productivo, sugiriendo que la inversión en innovación tecnológica impulsa la productividad en los países. Este enfoque se alinea con estudios empíricos y modelos económicos que han girado en torno a la relación entre la innovación tecnológica y la productividad, tales como Gomes (2024) quien resalta que, las economías tienden a adoptar tecnologías de la información con el fin único de mejorar la productividad en las empresas, entidades bancarias y crecimiento económico en general. Posteriormente, Benhabib et al. (2021) complementa esta idea ya que examinan a las empresas innovadoras y no innovadoras, concluyendo que, las empresas innovadoras tecnológicamente aportan significativamente a la productividad de la economía en general. Este último estudio es similar a la idea de Dorner et al. (2024), quien investiga la relación entre la productividad y el avance tecnológico en el sector público mediante la metodología denominada evaluación de impacto encontrando que, adquirir nuevas tecnologías e invertir en capital humano dan como resultado un mayor nivel de productividad.

El estudio tiene como objetivos: 1) Analizar la evolución y correlación entre la innovación tecnológica y la productividad en Ecuador, mediante un análisis de estadísticos

descriptivos, durante el periodo 1990-2020; 2) Evaluar si existe una relación de equilibrio a corto y largo plazo de la innovación tecnológica y la productividad en Ecuador durante 1990-2020, y, 3) Determinar la relación causal entre la innovación tecnológica y la productividad en Ecuador durante el periodo 1990-2020, mediante un modelo de causalidad de Granger, con la finalidad de sugerir mecanismos para aumentar la productividad en el largo plazo.

Esta investigación, permite evidenciar la relación que existe entre la innovación tecnológica y la productividad, debido a que es un tema que se relaciona con otras variables que son poco estudiadas a nivel nacional y mundial. Además, como aporte, el presente trabajo se propone abordar una brecha significativa en la literatura existente mediante un análisis integral que incorpora múltiples variables como son la innovación tecnológica, la formación bruta de capital fijo, la inversión extranjera directa, de manera destacada la globalización cultural como determinante sobre la productividad. La incorporación de esta última variable constituye una aportación metodológica novedosa en el análisis del caso ecuatoriano, donde su aplicación en este ámbito determinado resulta novedosa, debido a que esta variable no ha sido aplicada en Ecuador.

Finalmente, la investigación se estructura por ocho secciones adicionales al título, resumen e introducción. En la sección 4) se encuentran el marco teórico, en donde se expone una revisión exhaustiva de las teorías relevantes que han evolucionado en torno al tema a lo largo del tiempo, así como los trabajos aplicados en diversos estudios de caso. La sección 5) corresponde a la metodología, en la cual se indican las fuentes de datos y estrategia estadística y econométrica utilizada. En la sección 6) se muestra lo principales resultados ligados a cada objetivo específico. La sección 7) corresponde a la discusión, en la cual se contrastan los hallazgos de la investigación con los de otros estudios. Luego, en la sección 8) se exponen las conclusiones. La sección 9) incluye las recomendaciones, en donde se plantean implicaciones de políticas públicas que ayuden a aumentar los niveles de productividad. Por último, en la sección 10) y 11) se incluyen la bibliografía y anexos, respectivamente.

4. Marco teórico

4.1. Antecedentes

Los antecedentes de este estudio reúnen las teorías vinculadas a la productividad. El interés por la productividad ha sido una preocupación constante tanto para los académicos como para la sociedad en general. El estudio de este tema tuvo sus comienzos a partir de los años 70, con la investigación de Smith (1776), quien sostuvo que la productividad ejercida por los individuos es un factor clave que impulsa el progreso del crecimiento económico, además, luego mostró que la especialización en una actividad mejora la productividad de la fuerza laboral. Posteriormente, Ricardo (1817) complementa aquella idea enfatizando que es importante un aumento del capital, pero sobre todo del progreso técnico dentro de los sistemas productivos. Esta última teoría es similar a la idea de Schumpeter (1912), ya que este autor también prioriza la idea de que la ciencia y la tecnología mejoran la productividad; asimismo, Ohlin (1933) expresa que las economías ampliamente avanzadas en productividad económica han sido determinadas por los factores de producción y tecnologías.

En contraste, Keynes (1936) explica que la productividad depende de la demanda, ya que un aumento del consumo armoniza la producción y eleva la productividad. Así mismo, Harrod (1939) y Domar (1946) coinciden con sus supuestos de que la inversión y el ahorro son capaces de explicar el mejoramiento de la productividad. Por otra parte, las tesis de Solow (1956); Schultz (1960) y Rostow (1960) se caracterizan por resaltar que el avance en las técnicas de producción y la inversión en I+D son factores fundamentales en el progreso y mejora de la productividad y del crecimiento económico. Por otro lado, Becker (1964) estudia las decisiones individuales de las personas en la adquisición de capital humano, refiriendo que, un aumento en conocimientos da como resultado una mejora en la productividad nacional.

Por el contrario, existen autores que difieren de las tesis que resaltan la importancia del capital humano, es así que, Spence (1973); Arrow (1973) y Rotschschild y Stiglitz (1976) proponen modelos de señalización, selección y filtro, estos modelos indican que la educación es una herramienta para enfrentar la competitividad laboral, es decir, consideran que en su mayoría las personas adquieren nuevos conocimientos para poder acceder a nuevas y mejores oportunidades, sin embargo, en su mayoría, los trabajadores no realizan labores o actividades de las que gozan, es por ello que estos autores resaltan la importancia de la inversión en capital tecnológico más allá del capital humano. De la misma forma, las ideas de Piore (1979)

difieren de las tesis a favor del capital humano como responsable del aumento de la productividad, puesto que, este autor menciona que los modelos que defienden al capital humano no recogen adecuadamente las interdependencias e instituciones existentes en el mercado de trabajo.

Por el contrario, Hicks (1979) sostiene la idea de que una mayor productividad es el resultado de rendimientos de escala constantes y progreso técnico. De forma similar, en el estudio de Marshall (1980) también se defiende la idea de que la innovación tecnológica es responsable de una mayor productividad. Además, Romer (1986) propone la teoría del crecimiento endógeno, la misma que se utiliza como base teórica en este estudio, en la cual se considera al stock de conocimientos como principal factor productivo, es decir que la inversión en avances tecnológicos impulsa la productividad en los países. Años más tarde, Lucas (1988); Barro (1988) y Romer (1990) explican que las externalidades positivas asociadas al capital humano pueden incluir mejoras en la productividad, la innovación, la creación de empleo y el crecimiento económico en general; por lo tanto, invertir en educación y tecnología no solo beneficia a los individuos, sino que también tiene efectos positivos en toda la sociedad (Baumol,1990).

En el mismo sentido, Mankiw et al. (1992) estudiaron algunos modelos en los que se explicaba el aumento de la productividad por un aumento de la inversión en capital físico, frente a esto, los autores incorporaron la acumulación del capital humano, concluyendo que, este es un factor clave que explica positivamente a la productividad y crecimiento económico. Y de la misma forma, Nonneman y Vanhoudt (1996) extendieron el modelo propuesto por Mankiw et al. (1992) para los países de la OCDE incluyendo (además del capital humano y físico) la acumulación de conocimientos tecnológicos, logrando constatar que los determinantes de una mayor productividad y crecimiento corresponde a un aumento en capital físico, humano y tecnológico en conjunto.

De la misma forma, la hipótesis propuesta por Barro y Sala-i-Martin (1995) de que el crecimiento de la productividad viene determinado por un alto porcentaje del aumento de la investigación y desarrollo tecnológico coincide con la teoría de Mohnen (1996) quien expresa que el progreso técnico aumenta la productividad y además, el autor explica que las economías deben administrar adecuadamente los recursos económicos destinados a I+D puesto que, la sociedad debe estar capacitada para la utilización eficiente de las tecnologías. Es así que, en los últimos años han surgido diversas teorías que tratan de explicar la

productividad y los factores que la representan. Es el caso de Petrin et al. (2003) quienes en sus estudios explican la existencia de una correlación positiva entre la variable productividad y el aumento de la inversión en investigación y desarrollo tecnológico. Asimismo, Duguet (2006) defiende la idea principal de su teoría de que la innovación tecnológica y la inserción de nuevos productos tecnológicos influyen en la mejora de la productividad en empresas y sociedad en general, permitiendo tener un mayor crecimiento económico.

4.2. Evidencia Empírica

El nivel de productividad de las economías ha sido ampliamente discutido y estudiado por varios autores en los últimos años. Los hallazgos de las investigaciones referenciadas en la presente investigación muestran que la productividad está asociada con algunas variables como la innovación tecnológica, globalización cultural, inversión extranjera directa (IED) y formación bruta de capital fijo. A continuación, se clasifica la evidencia empírica en cuatro grupos: el primero detalla la relación entre la productividad y la innovación tecnológica; el segundo grupo reúne los estudios que vinculan a la productividad con la globalización cultural; en el tercer grupo se agrupan las investigaciones que estudian la relación entre la productividad y la inversión extranjera directa; el cuarto grupo recopila los estudios caracterizados por encontrar una relación entre la productividad y la formación bruta de capital fijo.

En cuanto al primer grupo, se puntualizan aquellas investigaciones que estudian la relación entre la productividad y la innovación tecnológica. En primer lugar, en la literatura sobre la innovación, Gomes (2024) resalta que, las economías tienden a adoptar tecnologías de la información con el fin único de mejorar la productividad en las empresas y entidades bancarias y crecimiento económico en general. Con esta idea coincide la investigación de Benhabib et al. (2021), ya que en esta investigación examinan a las empresas innovadoras y no innovadoras, concluyendo que, las empresas innovadoras tecnológicamente aportan significativamente a la productividad de la economía en general. De manera similar, en el estudio de Sun et al. (2024) encuentran que la innovación tecnológica es fundamental para aumentar la productividad y la eficiencia en las empresas a pesar de que su investigación está enfocada al nivel ecológico y medioambiental de las entidades.

En el mismo sentido, Zou (2024) estudia la productividad industrial y encuentra que, la innovación tecnológica promueve la actividad industrial. Además, resalta que la tecnología es una herramienta fundamental frente a los distintos problemas económicos futuros. Pero

antes de la tecnología, Ashraf et al. (2024) consideran que lo primordial es la inversión en capital humano, pues, estos autores investigan la relación entre la productividad y el avance tecnológico y concluyen que lo más importante son los conocimientos y habilidades blandas del ser humano para posteriormente hacer uso de la tecnología y obtener una mayor productividad. Análogamente, Wadho y Chaudhry (2022) realizan una investigación para países desarrollados y encuentran un fuerte impacto positivo del nivel tecnológico y capital humano sobre la productividad empresarial. Pues, la innovación tecnológica es fundamental para la competitividad entre empleados públicos y privados, empresas y/o países, de modo que el impacto de la innovación tecnológica sobre la productividad es lo mismo que el impacto que tiene la inversión en equipo tecnológico para una empresa. (Kato-Vidal, 2019)

Discutiendo la misma idea, Dorner et al. (2024) investiga la relación entre la productividad y el avance tecnológico en el sector público mediante la metodología denominada evaluación de impacto y también encuentra que, adquirir nuevas tecnologías e invertir en capital humano dan como resultado un mayor nivel de productividad. Igualmente, Wang et al. (2024) investigan esta temática y destacan que, un mayor nivel de tecnología financiera desemboca en un mayor nivel de productividad. Independientemente del ámbito de la investigación en diferentes temáticas (sector público, transporte, productividad laboral, medioambiental, financiero, etc.), se concluye con la misma idea, ya que, la inversión en capital tecnológico representa un aumento en la productividad de los diferentes ámbitos y sectores laborales (Dang et al., 2024; Mitra, 2024; Taymaz et al., 2024; Wan et al., 2024; Zou y Chen, 2024).

En esta segunda sección se clasifican las investigaciones que estudian la relación entre la globalización cultural y la productividad. A pesar de que la literatura es escasa, es posible destacar la investigación de Preyer (2016), la cual sugiere que la globalización cultural es un proceso multidimensional y homogéneo a nivel mundial en cuanto a valores, tradiciones y (en este contexto) mecanismos económicos. Tal es el caso que proponen Chang et al. (2021) y Chater (2020), quienes examinan el periodo de pandemia mundial, y encuentran que, la globalización cultural permitió establecer reglas, órdenes y disposiciones presidenciales similares entre los países con la finalidad de conseguir el mismo resultado: productividad y continuación laboral. Es decir, la globalización cultural permite que las economías empleen nuevos mecanismos, herramientas o innovaciones esperando un resultado común como por ejemplo un mayor nivel de productividad (Karadag y Ciftci, 2023; Li y Gong, 2023). Asimismo, Li et al. (2024) investigan la productividad laboral, incluyendo las variables de

globalización y la cultura de las personas, y concluyen que los países con mayor nivel cultural tienen mayor nivel de productividad y desempeño laboral, definiendo a la globalización cultural como la transferencia de ideales, significados y valores entre todos los países del mundo con el fin único de intensificar las relaciones sociales del mundo.

En lo que respecta al tercer grupo, reúne las investigaciones y estudios que relacionan la productividad con la inversión extranjera directa. Es así que, Ashraf et al. (2024) realizan un modelo empírico dinámico con efectos fijos para países subdesarrollados, encontrando que, a pesar de un aumento de la inversión extranjera directa, la productividad total no mejora si es que los países no poseen un alto nivel de capital humano. En cambio, Thakur-Wernz et al. (2019) realizan una investigación para países extranjeros mediante un análisis descriptivo y econométrico, concluyendo que la inversión extranjera directa afecta positivamente a las economías cuando se trata de inversiones tecnológicas totalmente nuevas, mientras que las inversiones en capital fijo por fronteras no tienen el mismo impacto positivo económico y productivo.

Igualmente, en el estudio de Cheng et al. (2020) investigan economías desarrolladas mediante una metodología econométrica, la cual les ha permitido concluir que la inversión extranjera directa tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre la productividad de las economías. Dicho de otra manera, la inversión extranjera directa tiene efectos positivos a medio y largo plazo sobre las economías, pues, permite aumentar el nivel de productividad, mejora las oportunidades de empleo, se dinamiza el avance tecnológico, permite el financiamiento de empresas e impulsa el comercio internacional (Huo y Wang, 2022). Paralelamente, al analizar las economías en desarrollo como las latinoamericanas, Fidrmuc et al. (2024) encuentran que la inversión extranjera directa sería una herramienta que les permitiría aumentar la productividad y crecimiento económico, sin embargo, los autores explican que estas economías tienen limitaciones y restricciones financieras y/o de comercio exterior que les restringen atraer la IED.

Similarmente, Herzer y Donaubauer (2018) y Hong et al. (2019) examinan el efecto a largo plazo del nivel de inversión extranjera directa sobre el nivel de productividad total utilizando técnicas de cointegración y causalidad, y encuentran que la inversión extranjera directa tiene, en promedio, un efecto negativo de largo plazo sobre la productividad de los países subdesarrollados. Sin embargo, la innovación tecnológica e inversión en capital tecnológico tienen un mayor impacto positivo en las economías desarrolladas, ya que estas no tienen

restricciones de comercio exterior y tienen un mayor nivel de capital humano y tecnológico (Doytch y Uctum, 2019; Goldbach et al., 2019; Zhou et al., 2019; Doytch y Ashraf, 2022).

Finalmente, este cuarto grupo incluye las investigaciones que relacionan la productividad con la formación bruta de capital fijo. En el estudio de Li y Gong (2023) analizan el efecto de la formación bruta de capital fijo con la productividad mediante un modelo autorregresivo con retardos distribuidos, encontrando que la formación bruta de capital fijo deriva en un mayor nivel de productividad. De la misma forma, Wang et al. (2022) investigan el efecto que tiene la formación bruta de capital fijo sobre la productividad mediante metodologías econométricas con datos panel para distintas entidades y países, concluyendo que, la inversión en activos fijos, los avances y mejoras en capital humano, conjuntamente con una menor inestabilidad financiera, dan como resultado un mayor nivel de productividad. Asimismo, Li y Su (2022) coinciden también con aquellas ideas, pues, en sus investigaciones realizadas mediante modelos econométricos, encuentran que la mejora de la productividad depende de un alto nivel de formación bruta de capital fijo.

Siguiendo la misma línea, en el estudio de Cama y Emara (2022) examinan la situación financiera de distintos países considerando un alto nivel de formación bruta de capital fijo. En este estudio, los autores utilizan una metodología descriptiva y econométrica basada en regresiones aplicadas a datos panel. Su principal hallazgo es que, los países que poseen una mayor formación bruta de capital fijo y un alto nivel de capital humano son los que reportan un mayor nivel de productividad. Análogamente, Lee et al. (2020) realizan una investigación para China y Corea utilizando técnicas econométricas basadas en mínimos cuadrados ordinarios y modelos probabilísticos. Los autores concluyen que, al aumentar la formación bruta de capital fijo, mejora la productividad laboral de los trabajadores tanto en las industrias japonesas como coreanas. Además, resaltan que el nivel educativo es también fundamental para aumentar los niveles de productividad.

De la misma forma, Kawaguchi (2020) realiza un estudio utilizando técnicas econométricas para analizar la relación entre la formación bruta de capital fijo y la productividad, encontrando una relación positiva y estadísticamente significativa, además, destaca que, a pesar de la edad de los trabajadores, invertir en capital fijo es beneficioso para las empresas y su productividad. Aquella conclusión es similar a la de Kim et al. (2019), ya que estos autores investigan la misma relación con la diferencia que lo aplican para los países subdesarrollados, no obstante, encuentran que un mayor nivel de formación bruta de capital

fijo significa mayor productividad laboral. Por otra parte, Lee et al. (2022) utilizan datos panel y herramientas econométricas y descriptivas para indagar la relación entre capital fijo y productividad, encontrando que los trabajadores primero tienen que adquirir un alto nivel educativo y tener la capacidad de dominar las herramientas tecnológicas, posteriormente, al tener un alto nivel de formación bruta de capital fijo en los países y empresas, la productividad sería más alta de lo que se creería. Por último, y continuando en el contexto de la formación bruta de capital fijo, Ghosh y Parab (2021) indagan el caso de países pobres aplicando modelos autorregresivos de rezagos distribuidos (ARDL) lineales y no lineales, mostrando que un aumento en la formación bruta de capital fijo da como resultado un crecimiento de la productividad, por lo cual, los autores recomiendan una mayor inversión en capital fijo y humano.

Es así que la brecha literaria radica en que, en la mayoría de investigaciones a nivel nacional, se ha examinado la productividad relacionándola a factores socioeconómicos como el nivel de salarios, el capital humano, la inversión extranjera, etc. No obstante, las investigaciones de los últimos años muestran que actualmente la globalización cultural afecta positivamente al nivel de productividad de las economías. Es por ello que esta investigación trata de llenar aquella brecha en la literatura analizando conjuntamente: la innovación tecnológica, la formación bruta de capital fijo, la inversión extranjera directa y, además, el factor llamado globalización cultural como determinante sobre la productividad, ya que esta última variable no ha sido aplicada al caso ecuatoriano.

5. Metodología

5.1. Tratamiento de Datos

En la Tabla 1, se presentan las variables empleadas en la realización del presente trabajo de investigación, para el cual se recopiló la base de datos del Banco Mundial (2023) y Swiss Economic Institute [KOF] (2023) para el caso de Ecuador en el periodo 1990-2020. La variable dependiente del modelo es la productividad, evaluada mediante el Producto Interno Bruto per-cápita (Dang et al., 2024; Mitra, 2024; Taymaz et al., 2024; Wan et al., 2024; Zou y Chen, 2024), medido en dólares a precios constantes 2015. Como variable independiente se encuentra la innovación tecnológica Benhabib et al. (2021), medida a través de la cantidad de patentes residentes y no residentes (Mazzucato, 2013) y Benhabib et al. (2021). De manera análoga, la formación bruta de capital fijo influye en el crecimiento económico, Li y Gong (2023) y Wang et al. (2022), por lo que se considera como una variable de control, medido en dólares a precios nacionales contantes. Asimismo, la globalización cultural interviene en el crecimiento económico (Karadag y Ciftci, 2023; Li y Gong, 2023), expresada en puntuación de 1-100. Paralelamente, la inversión extranjera directa interfiere en el crecimiento económico Cheng et al. (2020), medida en tasa porcentual.

Tabla 1*Descripción de variables*

Tipo de variable	Nombre de la variable	Símbolo	Unidad de medida	Descripción	Fuente de datos
Dependiente	PIB per capital	PPC	Precios constantes 2015(Dólares estadounidenses)	El PIB per cápita representa el valor agregado total de los bienes y servicios finales fabricados por residentes nacionales, más impuestos y menos subsidios, dividido entre la población.	Banco Mundial (2023)
Independiente	Innovación tecnológica	IT	Cantidad de patentes residentes no residentes.	Expresa como el número de solicitudes de patentes presentadas sobre un producto o proceso que proporciona una nueva forma de hacer algo u ofrece una nueva solución técnica a un problema, en una oficina nacional	Banco Mundial (2023)
Control	Formación bruta de capital fijo	FBC	Precios nacionales constantes (Dólares estadounidenses)	Refleja el gasto realizado en la adquisición de bienes de capital, como maquinaria, equipos, edificios, infraestructura, entre otros.	Banco Mundial (2023)
Control	Globalización cultural	GC	Índice en un puntuación del (1-100)	El Índice de Globalización de KOF mide las dimensiones económicas, sociales y políticas de la globalización.	KOF (2023)
Control	Inversión extranjera directa	IE	% del PIB	Es la adquisición de empresas o activos en el extranjero como inversión a largo plazo	Banco Mundial (2023)

Nota. Elaboración propia, tomando datos de Banco Mundial (2023) y KOF (2023)

5.2. Estrategia Econométrica

Basándonos principalmente en los objetivos de la investigación, como también en la evidencia empírica existente. Se procedió a dividir la estrategia econométrica en tres partes, de acuerdo con los objetivos específicos. De esta forma, en la primera parte de la estrategia econométrica, se analiza la evolución de las variables en el tiempo; segundo, se utilizan técnicas de cointegración de series de tiempo, modelo Vector de Corrección de Errores (VEC) y un modelo de Vectores Autoregresivos (VAR), para verificar si existe relación a corto y/o largo plazo, verificando la causalidad en las variables. Finalmente, en la tercera parte, con el fin de determinar la relación causal entre las variables, se realiza la prueba de causalidad de Granger (1969).

5.2.1. Objetivo específico 1

Analizar la evolución y correlación entre la innovación tecnológica y la productividad en Ecuador, mediante un análisis de estadísticos descriptivos, durante el periodo 1990-2020.

Para el cumplimiento del objetivo específico 1 propuesto en este estudio de investigación, se emplearon tablas de estadísticos descriptivos, líneas de tiempo de las variables y diagramas de dispersión entre la innovación tecnológica, la productividad y sus respectivas variables de control, identificando la dirección y fuerza de asociación entre dichas variables para conocer si existe un comportamiento similar entre las mismas, corroborando dicho comportamiento con los coeficientes de correlación de Spearman (1904).

La fórmula del coeficiente de correlación de Spearman se refleja en la siguiente ecuación (1).

$$r_R = 1 - \frac{6 \sum_i d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (1)$$

Donde n es el número de puntos de datos de las dos variables y d_i es la diferencia de rango del elemento n . Este coeficiente Spearman, ρ , puede tomar un valor entre +1 y -1 donde, un valor de +1 en ρ significa una perfecta asociación de rango, un valor de 0 en ρ que no hay asociación de rangos y un valor de -1 en ρ una perfecta asociación negativa entre los rangos.

5.2.2. Objetivo específico 2

Evaluar si existe una relación de equilibrio a corto y largo plazo de la innovación tecnológica y la productividad en Ecuador durante 1990-2020.

Para dar cumplimiento al objetivo específico 2, se realizó un modelo de Vector de Corrección de Errores (VEC) y un modelo de Vectores Autoregresivos (VAR) con la finalidad de verificar si existe una relación a corto y/o largo plazo entre la innovación tecnológica y la productividad. Sin embargo, antes de continuar con las pruebas para determinar la cointegración a corto y largo plazo, se aplicó la prueba de multicolinealidad, mediante el método del Factor de Inflación de la Varianza (VIF por sus siglas en inglés), el cual establece que los valores de VIF mayores a diez determinan la presencia de multicolinealidad, así mismo se determinó si las variables eran estacionarias. Para ello, se utilizaron las pruebas de raíz unitaria de Dickey y Fuller (1979) y la prueba de Phillips y Perron (1988): Uso para el contraste de la hipótesis nula de presencia de raíz unitaria que incluyen los rezagos que no resulten significativos.

Para esto se plantean dos hipótesis.

H_0 = Estacionaria

H_1 = No hay estacionalidad, esto se comprueba mediante el valor de $z(t)$, si este es menor al valor crítico del 1% 5% y 10% se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Cabe mencionar que se utilizó el método de suavizamiento de HOLT Winters, debido a que la variable PIB per-cápita no era estacionaria en niveles en primera diferencia, sino que en segundas diferencias. Uno de los requisitos para estimar un VEC es que todas las variables tengan el mismo orden de cointegración, algo que no se tenía. Por ello se suavizo la variable con el método ya antes mencionado; al hacerlo la variable PIB per-cápita se volvió estacionaria en primeras diferencias.

El método de Holt Winters es útil para series con tendencias, pero sin componente estacional, algo característico de la variable PIB per-cápita. Este método calcula dos parámetros, las ecuaciones de suavizamiento se reflejan en las ecuaciones (2) y (3).

$$a(t) = \alpha y_t + (1 + \alpha)(a(t - 1) + b(t - 1)) \quad (2)$$

$$b(t) = \beta(\alpha(t) - \alpha(t - 1)) + \beta b(t - 1) \quad (3)$$

Donde la ecuación (2) se refiere al suavizamiento de los datos y la ecuación (3) al suavizamiento de la tendencia.

Una vez que estas variables fueron estacionarias, se determinó el orden de cointegración mediante el criterio de información de (Akaike, 1974). Con base en lo anterior, se procedió a estimar un Modelo de Vectores Autorregresivos (VAR), bajo el concepto del test de cointegración de Johansen (1988). La especificación formal del modelo se observa en las ecuaciones (4), (5), (6), (7) y (8), presentadas a continuación.

$$\begin{aligned} \Delta PPC_t = & \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{i=0}^n \Delta IT_{t-1} + \alpha_2 \sum_{i=0}^n \Delta GC_{t-1} + \alpha_3 \sum_{i=0}^n \Delta FBC_{t-1} \\ & + \alpha_4 \sum_{i=0}^n \Delta IE_{t-1} + \alpha_5 \sum_{i=0}^n \Delta PPC_{t-1} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \Delta IT_t = & \alpha_6 + \alpha_7 \sum_{i=0}^n \Delta PPC_{t-1} + \alpha_8 \sum_{i=0}^n \Delta GC_{t-1} + \alpha_9 \sum_{i=0}^n \Delta FBC_{t-1} \\ & + \alpha_{10} \sum_{i=0}^n \Delta IE_{t-1} + \alpha_{11} \sum_{i=0}^n \Delta IT_{t-1} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \Delta GL_t = & \alpha_{12} + \alpha_{13} \sum_{i=0}^n \Delta FBC_{t-1} + \alpha_{14} \sum_{i=0}^n \Delta IE_{t-1} + \alpha_{15} \sum_{i=0}^n \Delta IT_{t-1} \\ & + \alpha_{16} \sum_{i=0}^n \Delta PPC_{t-1} + \alpha_{17} \sum_{i=0}^n \Delta GC_{t-1} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \Delta FBC_t = & \alpha_{18} + \alpha_{19} \sum_{i=0}^n \Delta IE_{t-1} + \alpha_{20} \sum_{i=0}^n \Delta PPC_{t-1} + \alpha_{21} \sum_{i=0}^n \Delta IT_{t-1} \\ & + \alpha_{22} \sum_{i=0}^n \Delta GC_{t-1} + \alpha_{23} \sum_{i=0}^n \Delta FBC_{t-1} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \Delta IE_t = & \alpha_{24} + \alpha_{25} \sum_{i=0}^n \Delta PPC_{t-1} + \alpha_{26} \sum_{i=0}^n \Delta IT_{t-1} + \alpha_{27} \sum_{i=0}^n \Delta GC_{t-1} \\ & + \alpha_{28} \sum_{i=0}^n \Delta FBC_{t-1} + \alpha_{29} \sum_{i=0}^n \Delta IE_{t-1} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (8)$$

Continuando en la segunda etapa de la estrategia econométrica para verificar si existe un equilibrio a corto plazo, aplicamos el modelo de corrección de errores (VEC) con la finalidad de evaluar el efecto a corto plazo entre la relación del modelo propuesto al cual se le agrega

el término de error rezagado ε_{t-1} . El modelo VEC por estimar se representa en las ecuaciones (9), (10), (11), (12) y (13), presentadas a continuación.

$$\begin{aligned} \Delta PPC_t = & \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{i=0}^n \Delta IT_{t-1} + \alpha_2 \sum_{i=0}^n \Delta GC_{t-1} + \alpha_3 \sum_{i=0}^n \Delta FBC_{t-1} \\ & + \alpha_4 \sum_{i=0}^n \Delta IE_{t-1} + \alpha_5 \sum_{i=0}^n \Delta PPC_{t-1} + \alpha_6 \sum_{i=0}^n \varepsilon_{t-1} + \mu_{it} \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \Delta IT_t = & \alpha_7 + \alpha_8 \sum_{i=0}^n \Delta PPC_{t-1} + \alpha_9 \sum_{i=0}^n \Delta GC_{t-1} + \alpha_{10} \sum_{i=0}^n \Delta FBC_{t-1} \\ & + \alpha_{11} \sum_{i=0}^n \Delta IE_{t-1} + \alpha_{12} \sum_{i=0}^n \Delta IT_{t-1} + \alpha_{13} \sum_{i=0}^n \varepsilon_{t-1} + \mu_{it} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \Delta GL_t = & \alpha_{14} + \alpha_{15} \sum_{i=0}^n \Delta FBC_{t-1} + \alpha_{16} \sum_{i=0}^n \Delta IE_{t-1} + \alpha_{17} \sum_{i=0}^n \Delta IT_{t-1} \\ & + \alpha_{18} \sum_{i=0}^n \Delta PPC_{t-1} + \alpha_{19} \sum_{i=0}^n \Delta GC_{t-1} + \alpha_{20} \sum_{i=0}^n \varepsilon_{t-1} + \mu_{it} \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \Delta FBC_t = & \alpha_{21} + \alpha_{22} \sum_{i=0}^n \Delta IE_{t-1} + \alpha_{23} \sum_{i=0}^n \Delta PPC_{t-1} + \alpha_{24} \sum_{i=0}^n \Delta IT_{t-1} \\ & + \alpha_{25} \sum_{i=0}^n \Delta GC_{t-1} + \alpha_{26} \sum_{i=0}^n \Delta FBC_{t-1} + \alpha_{27} \sum_{i=0}^n \varepsilon_{t-1} + \mu_{it} \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \Delta IE_t = & \alpha_{28} + \alpha_{29} \sum_{i=0}^n \Delta PPC_{t-1} + \alpha_{30} \sum_{i=0}^n \Delta IT_{t-1} + \alpha_{31} \sum_{i=0}^n \Delta GC_{t-1} \\ & + \alpha_{32} \sum_{i=0}^n \Delta FBC_{t-1} + \alpha_{33} \sum_{i=0}^n \Delta IE_{t-1} + \alpha_{34} \sum_{i=0}^n \varepsilon_{t-1} + \mu_{it} \end{aligned} \quad (13)$$

Con este modelo de Vectores de Corrección de Error (VEC), se anticipa obtener conclusiones sobre si hay un equilibrio a corto plazo entre las variables o, en su defecto, la falta de dicho equilibrio. Esto permitirá examinar el grado de interrelación entre las variables de estudio en el corto plazo.

5.2.3. Objetivo específico 3

Determinar la relación causal entre la innovación tecnológica y la productividad en Ecuador durante el periodo 1990-2020, mediante un modelo de causalidad de Granger, con la finalidad de sugerir mecanismos para aumentar la productividad en el largo plazo.

En este objetivo específico 3 tiene como finalidad realizar la prueba de causalidad de Granger (1969), con el fin de conocer la existencia de causalidad entre las dos series temporales. La orientación de la relación causal está fuertemente condicionada por la cantidad de los rezagos integrados en la regresión. Para comprobar si el efecto de una variable se puede utilizar para predecir otra variable, explicando si existe una relación directa causal unidireccional o bidireccional, se la corrobora mediante la aplicación de causalidad de Granger, explicada en las ecuaciones (14) y (15).

$$\Delta PPC_t = \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{i=0}^n \Delta IT_{t-1} + \sum_{i=0}^n \varepsilon_{t-i} \quad (14)$$

$$\Delta PPC = \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{i=0}^n \Delta IT_{t-1} + \alpha_2 \sum_{i=0}^n \Delta Z_{t-1} + \alpha_3 \sum_{i=0}^n \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t \quad (15)$$

Donde, ΔPPC_t representa Pib per capital en el año t ; ΔIT_{t-1} simboliza la innovación tecnológica en el año $t - 1$; ΔZ_{t-1} son las variables de control, globalización cultural, inversión extranjera directa y la formación bruta de capital fijo; y ε_{t-i} es el término de error en el año $t - 1$.

Asimismo, se aplicará la prueba de causalidad espectral de Breitung-Candelon (2006) para determinar la amplitud de onda verificando la predictibilidad con distintas duraciones de tiempo, es decir, la causalidad entre las variables de corto, mediano o largo plazo.

6. Resultados

6.1 Objetivo específico 1

Analizar la evolución y correlación entre la innovación tecnológica y la productividad en Ecuador, mediante un análisis de estadísticos descriptivos, durante el periodo 1990-2020.

Para el cumplimiento de los resultados del objetivo específico 1, se desglosó en tres partes. En la primera, se efectuó un análisis de los estadísticos descriptivos; en la segunda, se evaluó la evolución; en la tercera parte, se examinó la correlación entre las variables del estudio.

En la Tabla 2, se detallan los estadísticos descriptivos de las variables estudiadas en el modelo, tales como: la media, desviación estándar, valores máximos y mínimos. Se muestra un total de 31 observaciones para cada una de las variables. Cabe mencionar que algunas variables fueron transformadas a logaritmos para evitar problemas de heterocedasticidad, logrando un mejor ajuste al modelo econométrico.

Durante los años 1990 al 2020 en Ecuador, el PIB per cápita (medido en dólares) ha experimentado cambios significativos a lo largo del tiempo. Se observa una media de 8,51% para esta variable, lo que indica un aumento relativamente estable, situación positiva, ya que evita los riesgos de una expansión demasiado rápida que podría llevar a la inflación o un crecimiento demasiado lento que indicaría estancamiento. Sin embargo, su desviación estándar es de 0,14%, señalando una variabilidad relativamente estable durante el periodo analizado, sin fluctuaciones significativas. Esta estabilidad podría reflejar políticas económicas consistentes, aunque también podría sugerir cierta inestabilidad económica. Esta inconstancia puede deberse a una combinación de factores internos, como políticas económicas y fluctuaciones en la producción de recursos naturales, y externos, como los cambios del mercado global y las crisis financieras. En cuanto a sus valores mínimo de 8,34% y máximo de 8,74%, indica la dispersión de los datos alrededor de la media, los cuales muestran una alta volatilidad en la productividad de la economía ecuatoriana, sugiriendo que la economía podría ser altamente cíclica y susceptible a impactos tanto internos como externos.

Posteriormente, se encuentra una media de 5,91% en la innovación tecnológica (medida en patentes) de Ecuador, reflejando una tasa relativamente baja en comparación con otros países. Una tasa de innovación tecnológica baja podría ser un indicador de una economía menos desarrollada, con menor inversión en investigación y desarrollo (I+D) e infraestructura

científica y tecnológica limitada. Presenta una desviación estándar de 0,64%, lo que indica una baja variabilidad, sugiriendo que el nivel de innovación ha sido consistente, sin fluctuaciones significativas en el periodo analizado. Esto podría implicar políticas y estrategias coherentes en materia de innovación y desarrollo tecnológico, aunque con resultados modestos. En cuanto a sus valores mínimos de 4,45% y máximos de 6,75%, indica la dispersión de los datos alrededor de la media, los cuales muestran un rango más amplio de variabilidad en la innovación tecnológica de Ecuador, con periodos de menor y mayor actividad innovadora.

En cuanto a las variables de control, los resultados muestran que las variables formación bruta de capital y globalización cultural guardan relación con las variables antes mencionadas, ya que su variabilidad es baja y existe una alta concentración de datos. A diferencia de la variable inversión extranjera directa, que presenta una media de 1,42%, representando el valor promedio de la inversión extranjera directa en la muestra, con una desviación estándar de 0,93%, indicando la dispersión de los datos alrededor de la media, sus valores mínimos y máximos oscilan entre -0,13% y 3,30%, mostrando un efecto negativo en la economía ecuatoriana.

Tabla 2

Estadísticos descriptivos

Variable	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
PIB per cápita	31	8,510	0,140	8,338	8,734
Innovación tecnológica	31	5,908	0,641	4,454	6,744
Formación bruta de capital	31	23,420	0,433	22,785	24,060
Globalización cultural	31	45,436	11,062	20,186	56,747
Inversión extranjera directa	31	1,418	0,931	-0,127	3,300

Avanzando con el tema, la Figura 1 presenta la evolución del PIB per cápita y la innovación en Ecuador durante el período estudiado. El panel A muestra el comportamiento de la producción en los últimos años, basándose en la base de datos del Banco Mundial. La gráfica

indica una tendencia general al alza en el PIB per cápita desde 1990 hasta 2019, reflejando un crecimiento económico sostenido en el país durante este período. Sin embargo, se pueden identificar algunas fluctuaciones y períodos de disminución en ciertos años. A principios de la década de los 90, se observó una caída pronunciada del PIB per cápita, relacionada con la inestabilidad económica y financiera, que tuvo un impacto devastador en la sociedad ecuatoriana, aumentando la pobreza y el desempleo, y provocando la emigración de muchas personas en busca de mejores oportunidades.

En 1999, se registró una nueva disminución significativa, debido principalmente a la crisis del sector financiero, donde muchos bancos e instituciones financieras enfrentaron dificultades de liquidez y solvencia como consecuencia de una inadecuada administración y supervisión, así como de una macroeconomía con desequilibrios. En respuesta a la hiperinflación y la crisis bancaria, el gobierno decidió en enero del 2000 adoptar el dólar estadounidense como moneda oficial para estabilizar la economía, reducir la inflación y restaurar la confianza en el sistema financiero, aunque esta medida también implicó la pérdida de autonomía en la política monetaria. Además, la crisis se agravó debido a factores externos, como la caída de los precios del petróleo, principal producto de exportación de Ecuador, lo que redujo los ingresos del país y afectó su capacidad para financiar el gasto público.

Posteriormente, a partir del 2000, se observa una recuperación y un crecimiento más estable del PIB per cápita. Con la adopción del dólar como moneda nacional en Ecuador y el fortalecimiento del precio del barril de petróleo, el PIB per cápita experimentó una expansión sostenida hasta 2014. Sin embargo, desde 2014 hasta 2019, se evidencia una tendencia a la baja, que podría estar relacionada con factores como la caída de los precios del petróleo, la crisis sanitaria provocada por el COVID-19 y la desaceleración económica global. Las fluctuaciones observadas en el PIB per cápita a lo largo del tiempo pueden responder a diversos factores, como shocks externos (crisis económicas, cambios en los precios de materias primas), cambios en las políticas económicas y factores estructurales de la economía ecuatoriana, entre otros.

En paralelo, la gráfica del panel B muestra la evolución fluctuante de la innovación tecnológica en Ecuador a lo largo de los años, con periodos de aumento y disminución. Diversos factores pueden explicar estos cambios, siendo uno de los más relevantes las políticas gubernamentales y el entorno institucional. Se observa un aumento significativo en el año 1994, el cual podría estar relacionado con la implementación de políticas favorables,

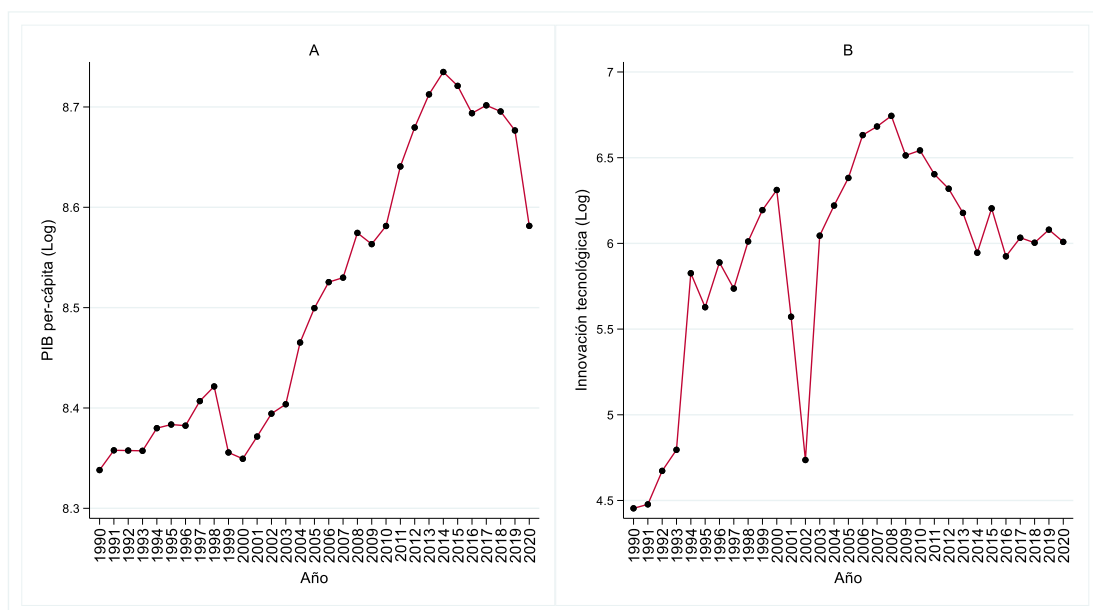
como incentivos fiscales para la investigación y desarrollo (I+D), protección de propiedad intelectual o programas de fomento a la innovación. Además, un aumento en la inversión destinada a I+D, tanto en el sector público como privado, pudo impulsar la innovación tecnológica durante ese periodo.

Por el contrario, la disminución registrada en el año 2000 podría explicarse por la crisis económica y política que atravesó el Ecuador a finales de la década de los 90 y principios de los 2000. Esta situación creó un entorno desfavorable para la innovación, limitando las fuentes de financiamiento para startups y emprendimientos innovadores, que requieren de una inversión inicial para restablecerse en el mercado. Además, la inestabilidad pudo provocar una fuga de talentos y profesionales altamente capacitados, disminuyendo el capital humano necesario para impulsar la innovación.

Entre 2009 y 2014, se percibe una disminución de la innovación, posiblemente relacionada con la inestabilidad política en el país, la cual condujo al golpe de Estado policial ocurrido el 30 de septiembre de 2010, conocido como el 30S. Finalmente, se reconoce un decrecimiento de la variable en 2016, como consecuencia del terremoto de 7.8 grados en la escala de Richter que azotó al país el 16 de abril del mismo año.

Figura 1.

Evolución del PIB per cápita e innovación tecnológica



La Figura 2 presenta la evolución de las variables de control utilizadas en el modelo. El panel A muestra la evolución de la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF) a precios nacionales

constantes en Ecuador entre 1990 y 2020, una trayectoria marcada por crisis, recuperación y cambios en políticas económicas. En la década de 1990, la FBCF se vio afectada negativamente por la inestabilidad económica y la crisis bancaria de 1999, lo que culminó en la dolarización en el año 2000, trayendo estabilidad, pero con una inversión aún limitada. Durante la primera década de los 2000, la estabilidad post-dolarización y el auge de las commodities, especialmente los altos precios del petróleo, impulsaron un incremento significativo en la inversión en infraestructura como la construcción de carreteras, puentes y plantas hidroeléctricas, así como en servicios públicos como salud y educación, con la construcción de hospitales y escuelas, bajo la administración de Rafael Correa.

Según la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP, 2016), la tendencia cambió después de 2014, debido a la caída del precio del petróleo en un 48,60%, pasando de \$96,29 en 2014 a \$49,49 en 2015. Este impacto redujo los ingresos fiscales y llevó a un mayor endeudamiento, seguido por la implementación de políticas de austeridad para reducir el déficit fiscal y controlar la deuda bajo la administración del gobierno de Lenin Moreno, restringiendo la inversión pública. Finalmente, en 2020, la pandemia de COVID-19 tuvo un severo impacto, provocando una contracción económica que redujo la FBCF debido a la paralización de proyectos y la necesidad de priorizar el gasto en salud y emergencias.

La gráfica del panel B refleja la evolución de la variable de la globalización cultural, la cual muestra un incremento notable influenciado por diversos factores. En la década de 1990, la apertura económica y las reformas estructurales facilitaron un mayor intercambio cultural con el exterior, aunque el impacto fue gradual debido a limitaciones tecnológicas y económicas. Con la dolarización en el año 2000, Ecuador experimentó una mayor estabilidad económica, que atrajo inversión extranjera y promovió la integración cultural. Durante la primera década de los años 2000, la expansión del acceso a Internet y las redes sociales amplificó la influencia cultural global, permitiendo a la población ecuatoriana consumir más contenido internacional y adoptar nuevas tendencias culturales.

En 2016, se puede observar una caída en la globalización cultural, debido principalmente al terremoto devastador que azotó la costa ecuatoriana en abril de ese año. Este desastre natural provocó una considerable atención y movilización interna, desviando recursos y energía hacia la reconstrucción y la ayuda humanitaria, lo que pudo haber reducido temporalmente la participación del país en intercambios culturales globales. A partir de 2017, se mantuvo un crecimiento constante, impulsado por la penetración de tecnologías digitales, el crecimiento

de plataformas de streaming y redes sociales, además del aumento de la migración y el turismo, que contribuyeron a la diversificación cultural en el país. A pesar de estos avances, la pandemia de COVID-19 en 2020 interrumpió temporalmente algunos de los intercambios culturales físicos, aunque la digitalización mantuvo en alto la conectividad cultural global.

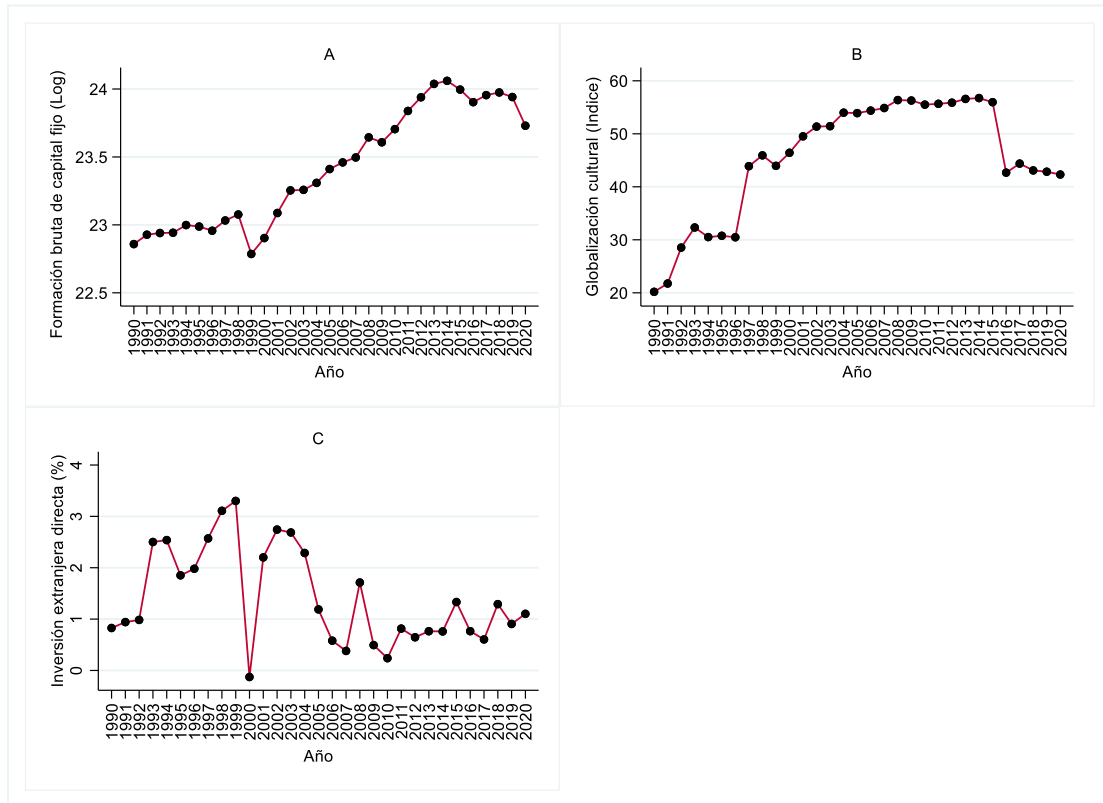
Finalmente, el panel C muestra la evolución de la inversión extranjera directa (IED) en Ecuador, la cual reflejó un incremento significativo debido, en gran medida, a la implementación de reformas económicas orientadas a liberalizar el comercio, reducir barreras para la inversión extranjera y mejorar el clima empresarial en general. Además, se implementaron políticas que buscaban promover la apertura y la atracción de inversión extranjera al país. En 1999, la IED en Ecuador cayó significativamente debido a una grave crisis económica y financiera que afectó al país, con la quiebra de numerosos bancos, lo que llevó a la congelación de depósitos y la pérdida de confianza en el sistema bancario.

Esta situación resultó en una profunda recesión económica, hiperinflación y una devaluación severa de la moneda local, el sucre. La inestabilidad política también se incrementó, con cambios frecuentes en el liderazgo gubernamental y protestas sociales generalizadas. Sin embargo, en el año 2000, la inversión extranjera directa en Ecuador experimentó un aumento significativo debido a la adopción del dólar como moneda oficial, lo que brindó una mayor estabilidad económica y financiera, marcando un punto de inflexión positiva después de la crisis del año anterior. Esta medida generó un clima de mayor confianza y seguridad para los inversionistas extranjeros, ya que el uso del dólar eliminaba el riesgo de cambiario y brindaba mayor credibilidad a las políticas económicas del país.

Además, la dolarización trajo consigo una reducción de las tasas de interés y una estabilización de los precios, mejorando el entorno para hacer negocios y atrayendo mayores flujos de IED. Tras la dolarización, la IED empezó a repuntar gradualmente, pasando de 538 millones de dólares en 2001 a 871 millones en 2005, impulsada por la estabilidad económica que trajo el dólar. Entre 2006 y 2011, la IED en Ecuador experimentó un auge significativo, alcanzando su pico histórico en 2011 con 646 millones de dólares, debido principalmente a las altas cotizaciones del petróleo durante esos años, lo que atrajo inversiones en el sector extractivo. A partir de 2019, con el cambio de gobierno y la implementación de políticas económicas más aperturistas, la IED en Ecuador comenzó a recuperarse. En 2019 alcanzó los 966 millones y en 2020, a pesar de la pandemia de COVID-19, se mantuvo en 967 millones de dólares (Banco Central del Ecuador, 2020).

Figura 2.

Evolución de la FBCF, GC, IED



Nota. Las siglas FBCF hace referencia a la Formación bruta de capital fijo, GC a la Globalización Cultural, IED a la Inversión extranjera directa.

Finalmente, la Figura 3 expone la relación entre los determinantes del modelo y la productividad económica. Los paneles A, B, C y D muestran los gráficos de dispersión del PIB per cápita con la innovación tecnológica, la formación bruta de capital, la globalización cultural y la inversión extranjera directa, respectivamente. En primer lugar, el panel A evidencia una relación positiva débil, pero significativa, entre la innovación tecnológica y el PIB per cápita. Esto puede atribuirse a que una gran proporción de la producción ecuatoriana está orientada hacia los recursos naturales, mediante procesos productivos simples que no dependen en gran medida de la innovación tecnológica.

En el panel B de la gráfica se muestra una relación lineal positiva entre la formación bruta de capital fijo y el PIB per cápita de Ecuador. A medida que aumenta la formación bruta de capital fijo, el PIB per cápita tiende a incrementarse. La estrecha dispersión de los puntos de datos alrededor de la línea de regresión ajustada indica un alto grado de determinación entre estas dos variables. Esto sugiere que la inversión en capital fijo, como infraestructura, maquinaria y equipos, puede ser un factor determinante que contribuya al crecimiento

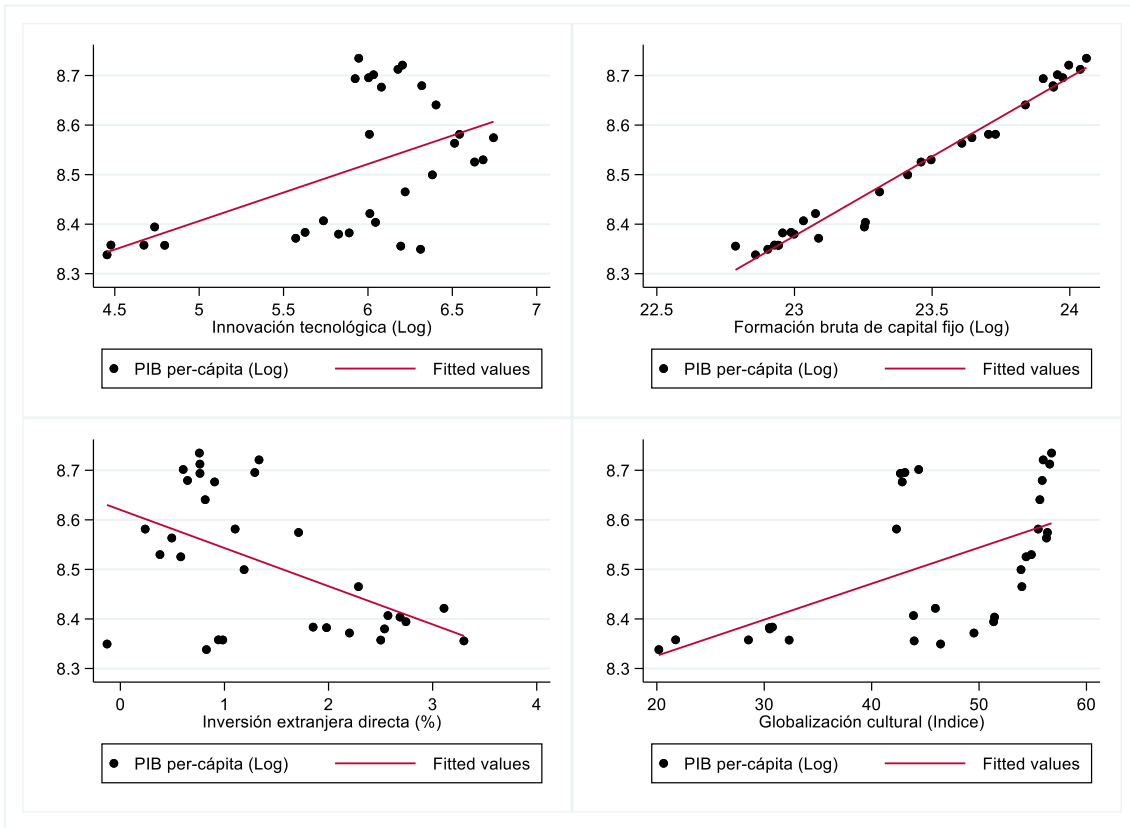
económico y al aumento de los niveles de PIB per cápita en la economía ecuatoriana. La fortaleza de esta relación positiva implica que las políticas orientadas a fomentar la formación bruta de capital fijo podrían tener un impacto favorable en el desarrollo económico del país.

Seguidamente, tenemos el panel C donde se observa una clara relación positiva entre la globalización cultural y el PIB per cápita. La línea de regresión lineal muestra una tendencia general ascendente, con los puntos de datos agrupados alrededor de la línea, lo que sugiere un buen ajuste del modelo a los datos. Esta fuerte relación positiva implica que una mayor apertura e integración cultural de Ecuador con el resto del mundo podría ser un factor importante para impulsar el crecimiento económico y aumentar los niveles de ingreso per cápita de la población.

Finalmente, el panel D muestra la gráfica con una relación inversa entre la inversión extranjera directa y el PIB per cápita. A medida que aumenta el porcentaje de inversión extranjera directa, el PIB per cápita tiende a disminuir. La línea de regresión lineal indica claramente esta tendencia negativa, con los puntos de datos agrupados cerca de la línea, lo que sugiere un alto grado de ajuste del modelo a los datos. Esta relación inversa implica que, en el caso de Ecuador, una mayor dependencia de la inversión extranjera directa podría no ser un factor determinante en el crecimiento económico y el aumento de los niveles de PIB per cápita, y que otros elementos, como la innovación, la estabilidad política y la inversión en capital humano, podrían tener un papel más relevante en el desarrollo económico del país.

Figura 3.

Correlación entre variables



6.2. Objetivo específico 2

Evaluar si existe una relación de equilibrio a corto y largo plazo de la innovación tecnológica y la productividad en Ecuador durante 1990-2020.

Primeramente, se aplicó una prueba de multicolinealidad mediante el Factor de Inflación de la Varianza (VIF) con el fin de identificar posibles problemas. Se estima la existencia de colinealidad si el resultado refleja un valor superior al umbral de diez. Según se observa en la Tabla 3, no existe multicolinealidad en el modelo, es decir, no presenta problemas en la estimación de coeficientes de las regresiones, debido a que su valor VIF es bajo, con un promedio de 2,29. Posteriormente, se aplicaron pruebas de raíz unitaria de Dickey-Fuller (1979) y Phillips-Perron (1988), con el fin de verificar la existencia de problemas de estacionariedad en el modelo.

Tabla 3*Factor de Inflación de la Varianza*

	VIF	1/VIF
Globalización cultural	3,05	0,328
Innovación tecnológica	2,45	0,408
Formación bruta de capital	2,21	0,453
Inversión extranjera directa	1,44	0,692
Mean VIF	2,29	.

Seguidamente, se inició con la estimación de un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) que nos permitió verificar el efecto de las variables independiente y de control sobre la variable dependiente. Como se observa en la primera columna de la Tabla 4, se presenta la regresión teórica (Modelo 1), la cual muestra una relación positiva y estadísticamente significativa. De acuerdo con los resultados, un aumento del 1% en la innovación tecnológica conlleva un aumento del PIB per cápita en un 0,035%.

En el Modelo 2, se incluyen tres variables regresoras adicionales: la formación bruta de capital, la inversión extranjera directa y la globalización cultural. Esta inclusión de variables explicativas se realizó con el objetivo de lograr un mayor ajuste y significancia en el modelo, y para determinar si estas variables tienen una capacidad explicativa sobre la productividad en Ecuador. Al igual que en la regresión básica, se observa una relación positiva entre la innovación tecnológica y el PIB per cápita. Un aumento del 1% en la innovación tecnológica está asociado con un aumento del 0,024% en el PIB per cápita, siendo esta relación estadísticamente significativa.

Asimismo, la formación bruta de capital muestra una relación significativa con respecto al PIB per cápita: un aumento del 1% en la formación bruta de capital incrementa la productividad en un 0,333%. Por otro lado, un aumento del 1% en la inversión extranjera directa eleva el PIB per cápita en un 0,001%, aunque esta relación no es estadísticamente significativa. Finalmente, un aumento del 1% en la globalización cultural disminuye el PIB per cápita en un -0,002%, siendo esta relación estadísticamente significativa al nivel de confianza establecido.

Tabla 4

Mínimos cuadrados ordinarios

	[M1]	[M2]
Innovación tecnológica	0,115* (0,035)	0,024* (0,009)
Formación bruta de capital fijo		0,333** (0,013)
Inversión extranjera directa		0,001 (0,005)
Globalización cultural		-0,002* (0,001)
Constante	7,831** (0,206)	0,655* (0,300)
Observaciones	31	31

En la Tabla 5 se observan los resultados de las variables PIB per-cápita, innovación tecnológica, inversión extranjera directa y la globalización cultural. Estos resultados muestran que el valor estadístico es inferior al valor crítico en los tres niveles de significancia estadística, lo que indica que se acepta la hipótesis nula de presencia de raíz unitaria. Es decir, las variables presentan problemas de no estacionariedad. Por lo tanto, se aplicó la primera diferencia para eliminar el efecto tendencial, obteniendo un orden de integración de I(1).

Cabe destacar que la variable PIB per cápita fue sometida a un proceso de suavización mediante el método de Holt-Winters para lograr el mismo orden de integración, ya que dicha variable requería ser diferenciada dos veces para volverse estacionaria. Al suavizarla, se volvió estacionaria en las primeras diferencias. Es importante que exista el mismo orden de integración para que haya cointegración.

Tabla 5*Prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller (1979) y de Phillips-Perron (1988)*

Variable		Niveles				Primera diferencia			
		Valor estadístico	Valores críticos			Valor estadístico	Valores críticos		
			1%	5%	10%		1%	5%	10%
Dickey y Fuller (1979)									
PIB per-cápita	Z(t)	-0,711	-3,716	-2,986	-2,624	-4,450	-3,723	-2,989	-2,625
Innovación tecnológica	Z(t)	-2,676	-3,716	-2,986	-2,624	-5,886	-3,723	-2,989	-2,625
Formación bruta de capital fijo	Z(t)	-1,103	-3,716	-2,986	-2,624	-4,071	-3,723	-2,989	-2,625
Inversión extranjera directa	Z(t)	-3,242	-3,716	-2,986	-2,624	-7,039	-3,723	-2,989	-2,625
Globalización cultural	Z(t)	-3,506	-3,716	-2,986	-2,624	-4,877	-3,723	-2,989	-2,625
Phillips y Perron (1988)									
Variable		Niveles				Primera diferencia			
		Valor estadístico	Valores críticos			Valor estadístico	Valores críticos		
			1%	5%	10%		1%	5%	10%
PIB per-cápita	Z(rho)	-1,150	-17,540	-12,660	-10,300	-24,410	-17,472	-12,628	-10,280
	Z(t)	-0,775	-3,716	-2,986	-2,624	-4,434	-3,723	-2,989	-2,625
Innovación tecnológica	Z(rho)	-6,883	-17,540	-12,660	-10,300	-29,874	-17,472	-12,628	-10,280
	Z(t)	-2,660	-3,716	-2,986	-2,624	-5,978	-3,723	-2,989	-2,625
Formación bruta de capital fijo	Z(rho)	-1,471	-17,540	-12,660	-10,300	-22,815	-17,472	-12,628	-10,280
	Z(t)	-1,107	-3,716	-2,986	-2,624	-3,949	-3,723	-2,989	-2,625
Inversión extranjera directa	Z(rho)	-15,694	-17,540	-12,660	-10,300	-29,962	-17,472	-12,628	-10,280
	Z(t)	-3,206	-3,716	-2,986	-2,624	-8,516	-3,723	-2,989	-2,625
Globalización cultural	Z(rho)	-4,354	-17,540	-12,660	-10,300	-26,275	-17,472	-12,628	-10,280
	Z(t)	-2,569	-3,716	-2,986	-2,624	-4,863	-3,723	-2,989	-2,625

Antes de la estimación del modelo VAR, es preciso realizar dos pasos: Primero, es necesario establecer la longitud óptima de rezagos entre las variables del modelo. Para ello, se aplicaron los criterios de información de Akaike (AIC), Hannan y Quinn (HQIC) y el criterio de información bayesiano (SBIC). Según los resultados, estos criterios sugieren que la longitud óptima de rezagos es uno. Estos resultados están expuestos en la Tabla 6.

Tabla 6

Longitud de rezagos

Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-49,967				0,000	3,926	3,998	4,164*
1	-13,395	73,143	25,000	0,000	0,000*	3,099*	3,536*	4,527
2	9,955	46,700*	25,000	0,005	0,000	3,218	4,018	5,834

Como segundo paso, se aplicó el test de cointegración de Johansen con la finalidad de determinar la existencia de cointegración. La Tabla 7 presenta las pruebas de cointegración de máxima verosimilitud, donde refleja que todos los valores son mayores a la estadística de seguimiento con el valor crítico al 5%. Esto concluye que hay múltiples vectores de cointegración entre las series temporales analizadas, indicando una relación a largo plazo entre ellas. Sin embargo, se puede observar que no hay significancia en ninguna de ellas.

Tabla 7

Prueba de cointegración de Johansen (1988)

Rango máximo	Parámetros	LL	Valor propio	Estadística de seguimiento	Valor crítico 5%
0	5	-98,267	.	169,807	68,520
1	14	-59,590	0,930	92,452	47,210
2	21	-40,685	0,729	54,643	29,680
3	26	-26,055	0,635	25,383	15,410
4	29	-17,789	0,435	8,849	3,760
5	30	-13,364	0,263		

Posteriormente, se efectuará el modelo VAR previamente descrito con el fin de determinar si existe una relación de largo plazo entre las variables incluidas en el modelo. En la Tabla 8, se muestran los resultados, donde se observa que los valores de $P > \chi^2$ son menores a 0,05 para la variable inversión extranjera directa, lo que refleja que existe una relación

significativa a largo plazo entre esta variable y el PIB per-cápita. Sin embargo, para las variables innovación tecnológica, inversión extranjera directa y globalización cultural, los valores no son significativos, lo que indica que la productividad del país no está influenciada por estas variables en el largo plazo.

El modelo presenta un total de 6 parámetros. El error cuadrático medio (RMSE) mide la cantidad de error que existe entre dos conjuntos de datos; en otras palabras, compara un valor predicho y un valor observado o conocido de las variables. El R-sq mide la proporción de variación de la variable dependiente (PIB per-cápita), que es explicada por la variable independiente (innovación tecnológica); en este caso, el PIB per-cápita está explicado en un 0,17% por la innovación tecnológica.

Las razones por las que la variable Inversión Extranjera Directa (IED) tiene una fuerte relación en el largo plazo con el PIB per-cápita son las siguientes: La IED puede facilitar la transferencia de tecnología, conocimiento y mejores prácticas de gestión, lo que impulsa la eficiencia y la productividad en sectores clave de la economía. Además, al atraer capital y recursos externos, la IED puede estimular la inversión doméstica, generar empleo y aumentar la capacidad productiva del país. Esta dinámica contribuye a un crecimiento económico sostenible y a la mejora del nivel de vida de la población a largo plazo. Además, la estabilidad política y económica de Ecuador puede atraer inversiones extranjeras continuas y crear un entorno propicio para el desarrollo económico a largo plazo.

Con respecto a las variables que no influyen significativamente en la productividad de la economía ecuatoriana, empezaremos primeramente explicando las razones relacionadas con la innovación tecnológica. Esto se debe a que la innovación tecnológica en Ecuador está influenciada por factores específicos que no están completamente capturados por las variables de control incluidas en este modelo, como la inversión en investigación y desarrollo, las políticas de innovación, la calidad del capital humano y el entorno institucional. Estos factores juegan un papel más directo en el impulso de la innovación tecnológica y podrían explicar la baja significancia del modelo en esta variable.

Asimismo, la formación bruta de capital se ve afectada por factores estructurales y de eficiencia. Aunque la inversión en infraestructura y maquinaria es crucial, su impacto positivo en la productividad puede verse limitado por problemas como la baja calidad de la educación, insuficiente capacitación del capital humano, ineficiencias en la gestión pública, y un entorno

institucional débil que no favorece la innovación ni el uso óptimo del capital invertido. Además, la volatilidad económica y política puede desincentivar inversiones sostenibles y a largo plazo, dificultando que la formación bruta de capital se traduzca en mejoras significativas y duraderas en la productividad.

Finalmente, la globalización cultural no influye en la productividad en el largo plazo, debido a que su impacto en la economía se limita a un nivel superficial y no se traduce en un aumento sostenible de la productividad y el crecimiento económico. En otras palabras, aunque la globalización cultural puede influir en la cultura y las costumbres de una sociedad, no necesariamente se traduce en un aumento del PIB per-cápita. Esto se debe a que la globalización cultural no es un factor directo que afecte la producción y el crecimiento económico, sino más bien un factor que puede influir en la forma en que las personas consumen y se relacionan con los productos y servicios. Además, la globalización cultural puede tener un impacto negativo en la economía si no se acompaña de políticas económicas sólidas y de un desarrollo endógeno que permita a la economía ecuatoriana ser más competitiva y sostenible a largo plazo.

Tabla 8

Vector Autorregresivo

Ecuación	Parámetros	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
PIB per-cápita	6	0,019	0,781	103,352	0,000
Innovación tecnológica	6	0,411	0,172	6,005	0,306
Formación bruta de capital	6	0,108	0,098	3,132	0,679
Inversión extranjera directa	6	0,803	0,466	25,314	0,000
Globalización cultural	6	3,326	0,041	1,246	0,940

La Tabla 9 muestra los resultados del modelo de Corrección de Error (VEC), estimado con el fin de identificar si existe una relación de equilibrio a corto plazo entre las variables PIB per-cápita, innovación tecnológica, formación bruta de capital, inversión extranjera directa, globalización cultural. Se puede apreciar que el estadístico “cel” reúne la información de los errores rezagados de cada una de las variables del modelo. Los resultados obtenidos del modelo VEC indican que las variables innovación tecnológica y formación bruta de capital fijo son estadísticamente significativas, ya que su probabilidad de P>chi2 se encuentra por debajo del 0,05, lo cual indica que existe equilibrio en el corto plazo entre estas variables y el PIB per-cápita. Sin embargo, las variables de inversión extranjera directa y la globalización cultural no son significativas, ya que tienen un valor superior al 0,05. De acuerdo con estos

resultados, se determina que el PIB per-cápita se ve influenciado de manera inmediata por la innovación tecnológica y la formación bruta de capital fijo de manera inmediata. Esto quiere decir que, en el corto plazo, las variaciones de estas variables tienen efectos reales sobre la productividad del Ecuador en el periodo 1990-2020.

Una de las razones por las que la formación bruta de capital fijo influye significativamente en la productividad del Ecuador en el corto plazo es que esta variable incluye inversiones en maquinaria, equipos e infraestructura como carreteras, puertos e hidroeléctricas, lo cual facilita el comercio y reduce los costos de transporte y logística. Una mejor infraestructura mejora la eficiencia de la economía, permite un flujo más ágil de bienes y servicios, y atrae inversiones adicionales. Estas inversiones aumentan la capacidad productiva de la economía, permitiendo la producción de más bienes y servicios, creando así empleos directos en el sector de la construcción y empleos indirectos en sectores relacionados. Este aumento del empleo eleva los ingresos de los hogares, incrementa el consumo y, ende, genera un impacto positivo en el crecimiento económico.

Por otro lado, la innovación tecnológica impulsa el crecimiento económico a través de varios canales. En el corto plazo, la adopción de nuevas tecnologías puede aumentar la productividad de las empresas, traduciéndose en una mayor eficiencia y menores costos de producción. Además, la innovación puede generar nuevos productos y servicios, creando nuevas oportunidades de negocio y estimulando la demanda interna. Un estudio a nivel de América Latina reveló que las solicitudes de patentes, tanto de residentes como de no residentes, tienen un impacto positivo en el PIB per cápita de la región. Esto sugiere que promover la innovación tecnológica, a través de incentivos a la I+D y la protección de la propiedad intelectual, puede contribuir al crecimiento económico a corto plazo. (Pinzón & Rodríguez Crespo, 2024).

Con respecto a la inversión extranjera directa (IED), esto puede influir en el crecimiento económico a largo plazo, pero su impacto en el corto plazo es limitado. El IED puede aumentar la productividad y el crecimiento económico a través de la transferencia de tecnología y habilidades, pero este proceso requiere tiempo para materializarse. Además, la IED no es un factor determinante en el crecimiento económico del Ecuador, ya que el país ha experimentado una baja tasa de inversión extranjera directa en comparación con otros países de la región.

La formación bruta de capital (FBC) no tiene una relación significativa a corto plazo con el PIB per-cápita de Ecuador, debido a que su impacto en la economía se limita a un nivel operativo y no se traduce directamente en un aumento sostenible de la productividad y el crecimiento económico en el corto plazo.

Finalmente, la globalización cultural no tiene una relación significativa con el PIB per-cápita de Ecuador a corto plazo, ya que su impacto en la economía se limita a un nivel cultural y social, y no se traduce directamente en un aumento de la productividad y el crecimiento económico en el corto plazo. La globalización cultural puede influir en la cultura y las costumbres de una sociedad, pero no es un factor directo que afecte la producción y el crecimiento económico a corto plazo.

Tabla 9

Vector de corrección de error.

beta	Coefficien t	Std. err.	z	P>z	[95% conf.	interval]
_ce1						
PIB per-cápita	1,00	.	.	.	.	.
Innovación tecnológica	-0,029	0,009	-3,330	0,00 1	-0,047	-0,012
Formación bruta de capital	-0,506	0,037	- 13,580	0,00 0	-0,579	-0,433
Inversión extranjera directa	0,003	0,004	0,710	0,47 8	-0,005	0,0
Globalización cultural	-0,000	0,000	-0,600	0,54 7	-0,002	0,001
re11	-1,054	0,211	-4,990	0,00 0	-1,468	-0,641
_cons	0,008	.	.	.	.	.

6.3 Objetivo específico 3

Determinar la relación causal entre la innovación tecnológica y la productividad en Ecuador durante el periodo 1990-2020, mediante un modelo de causalidad de Granger, con la finalidad de sugerir mecanismos para aumentar la productividad en el largo plazo.

Extendiendo el análisis, una vez determinada la relación que mantienen las variables del modelo a corto y largo plazo, se aplicó el Test de Causalidad de Granger (1969) con la finalidad de determinar si existe causalidad unidireccional o bidireccional entre las variables. Es decir, se verificó si el comportamiento temporal de una variable causa el comportamiento de otra o ambas a la vez. La hipótesis nula es no causalidad; se acepta dicha hipótesis si la probabilidad χ^2 es mayor a 0,05; caso contrario, se acepta la existencia de causalidad.

La Tabla 10 muestra la causalidad de Granger. Como se mencionó anteriormente, el criterio de aceptación es que la $\text{Prob} > \chi^2$ sea menor a 0,05. De esta manera, se comprobó que existe causalidad unidireccional que va desde el PIB per cápita hacia la variable de innovación tecnológica, ya que presenta una probabilidad de 0,000. Asimismo, se observó causalidad desde el PIB per cápita hacia la variable de control formación bruta de capital con una probabilidad de 0,000, y desde el PIB per cápita hacia la variable de control de la inversión extranjera directa con una probabilidad de 0,029. Además, se encontró causalidad desde la variable de control de innovación tecnológica hacia la inversión extranjera directa con una probabilidad de 0,000. Cabe resaltar que cualquier perturbación que se presente en la variable de origen de la causalidad tendrá repercusiones en la variable destino.

La primera fila de la tabla muestra que la hipótesis nula de que el PIB per-cápita no causa en el sentido de Granger a la innovación tecnológica es rechazada al nivel de significancia del 5%, dado que el p-valor es 0.000. Esto significa que existe evidencia estadística sólida para afirmar que demuestra una relación de causalidad unidireccional del PIB per cápita hacia la innovación tecnológica en Ecuador. Este resultado tiene sentido desde una perspectiva económica, ya que un mayor ingreso per-cápita generalmente se asocia con mayores recursos disponibles para invertir en investigación y desarrollo (I+D), infraestructura tecnológica, educación de alta calidad en áreas STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) y un entorno propicio para la innovación. Por lo tanto, es razonable esperar que aumentos en el PIB per-cápita conduzcan a niveles más altos de innovación tecnológica en el mediano y largo plazo.

Esta relación de causalidad unidireccional implica que los cambios en el PIB per cápita preceden y ayudan a predecir los cambios en la innovación tecnológica, pero no a la inversa. Debido a que su p-valor es de 0,264, el cual no me permite rechazar la hipótesis nula, ya que esto sugiere que, al menos en el corto plazo, la innovación tecnológica por sí sola no tiene un efecto causal directo y significativo sobre el crecimiento del PIB per cápita en Ecuador. Este

resultado puede explicarse por el hecho de que los beneficios económicos de la innovación tecnológica suelen materializarse con rezagos temporales considerables. Asimismo, es posible que las innovaciones en Ecuador no hayan alcanzado una masa crítica suficiente para tener un impacto medible en la productividad. Además, otros factores como la calidad institucional, el capital humano y la integración en cadenas globales de valor pueden moderar el efecto de la innovación sobre el desempeño.

Seguidamente, se analiza la causalidad del PIB per cápita y la formación bruta de capital, donde se observa que existe una relación de causalidad unidireccional que va desde el crecimiento del PIB per cápita hacia la Formación Bruta de Capital. Este resultado es razonable, ya que un mayor ingreso per cápita generalmente se traduce en un aumento en el ahorro y la demanda de inversión, lo que a su vez impulsa la formación de capital físico (maquinaria, equipos, infraestructura, etc.) y capital humano (educación, capacitación laboral). Además, un ingreso más alto suele venir acompañado de mejores condiciones macroeconómicas e institucionales que fomentan un clima de inversión más favorable.

Por otro lado, no se puede rechazar la hipótesis nula de que la formación bruta de capital no causa al PIB per-cápita, dado el p-valor de 0,784. Esto sugiere que, al menos en el corto plazo, la formación bruta de capital por sí sola no tiene un efecto causal directo y significativo sobre el crecimiento del ingreso per cápita en Ecuador. Si bien la acumulación de capital es un factor clave para el crecimiento económico en el largo plazo, según los modelos de crecimiento neoclásicos, este resultado puede explicarse por el hecho de que los beneficios de la inversión en términos de mayor productividad y crecimiento del ingreso suelen materializarse con rezagos temporales considerables. Además, la eficiencia con la que se utiliza el capital y su complementariedad con otros factores como el capital humano, la innovación y las instituciones también influyen en su impacto sobre el crecimiento.

Continuamente, se realiza el análisis de la relación causal entre el PIB per-cápita y la inversión extranjera directa, la cual exhibe una relación de causalidad unidireccional con un p-valor de 0.029. Esto evidencia que el ingreso per cápita tiene un efecto causal sobre los flujos de inversión extranjera directa que recibe Ecuador. Un mayor nivel de ingreso per cápita suele indicar un mercado interno más atractivo para las empresas multinacionales y, además, se asocia con mejores condiciones macroeconómicas, institucionales y de infraestructura que reducen los riesgos y costos de operar en el país, atrayendo más inversión extranjera directa. Por lo tanto, es importante continuar impulsando el crecimiento económico

y el fortalecimiento del mercado interno, que pueden ayudar para atraer más inversión extranjera. No obstante, se resalta la necesidad de implementar políticas complementarias que maximicen los beneficios de la IED, como el fomento del capital humano calificado, desarrollar proveedores locales y la mejora del clima de negocios e institucional. Solo así la IED podrá convertirse en un verdadero motor del crecimiento económico sostenible del país en el largo plazo.

Sin embargo, no existe evidencia de que la inversión extranjera directa cause de manera significativa el crecimiento del PIB per cápita en Ecuador, al menos a corto plazo. Esto puede deberse a que los beneficios de la IED, como la transferencia de tecnología y la capacitación laboral, suelen materializarse gradualmente en el mediano y largo plazo. Además, el impacto de la IED depende de las condiciones específicas del país, como su capacidad de absorción tecnológica, la calidad del capital humano y las políticas que incentiven los encadenamientos productivos con empresas locales.

Asimismo, se realiza el análisis de la causalidad del PIB per-cápita y la globalización cultural, donde se concluye que no existe causalidad unidireccional y bidireccional entre las variables. Esto podría indicar que la productividad y el aumento en el ingreso per cápita no necesariamente implican una mayor integración cultural con el resto del mundo. Otros factores, como las políticas gubernamentales, la apertura comercial, los flujos migratorios y las preferencias sociales, podrían tener un papel más relevante en determinar los niveles de globalización cultural. Por otro lado, sugiere que no hay evidencia de que la globalización cultural cause cambios en el PIB per cápita en Ecuador. Esto podría deberse a que la integración cultural es un proceso gradual que puede tener impactos económicos a largo plazo, pero que no necesariamente se reflejan en cambios inmediatos en el ingreso per cápita. Además, otros factores como la productividad, la inversión, el capital humano y las políticas económicas podrían tener un impacto más directo en el crecimiento económico y el PIB per cápita. Es importante destacar que estos resultados no implican la ausencia de relación entre las variables, sino simplemente que no se encuentra una causalidad unidireccional en el sentido de Granger.

Finalmente, tenemos la causalidad unidireccional de la innovación tecnológica hacia la inversión extranjera directa, la cual se puede explicar debido a que una mayor innovación tecnológica en un país puede hacer que el entorno empresarial sea más atractivo para los inversionistas extranjeros. Las empresas multinacionales buscan localizarse en economías

que cuenten con capacidades tecnológicas avanzadas, infraestructura moderna y mano de obra calificada, lo cual facilita la transferencia de conocimiento y la adopción de nuevas tecnologías. Además, la innovación tecnológica puede generar nuevas oportunidades de negocio y nichos de mercado que atraen a los inversionistas extranjeros.

Por otra parte, de manera inversa, no existe causalidad de la inversión extranjera directa hacia la innovación tecnológica; este resultado podría explicarse por el hecho de que la inversión extranjera directa, por sí sola, no garantiza necesariamente la transferencia y difusión de nuevas tecnologías en el país receptor. Para que la inversión extranjera contribuya a la innovación tecnológica, se requiere de una base sólida de capital humano, infraestructura de investigación y desarrollo, políticas de incentivos a la innovación y un entorno institucional que fomente la colaboración entre empresas nacionales y extranjeras. Estos resultados resaltan la importancia de promover la innovación tecnológica como un factor clave para atraer inversiones extranjeras y fomentar el crecimiento económico.

Tabla 10

Prueba de causalidad de Granger-Well (1969)

Hipótesis nula	chi2	Prob > chi2	Resultados
d11PPC → d11IT	32,223	0,000	Existe causalidad
d11IT → d11PPC	26,626	0,264	No existe causalidad
d11PPC → d11FBC	191,45	0,000	Existe causalidad
d11FBC → d11PPC	0,488	0,784	No existe causalidad
d11PPC → d11IED	7,047	0,029	Existe causalidad
d11IED → d11PPC	0,886	0,642	No existe causalidad
d11PPC → d11GC	5,173	0,075	No existe causalidad
d11GC → d11PPC	0,700	0,705	No existe causalidad
d11IT → d11IED	15,373	0,000	Existe causalidad
d11IED → d11IT	26,626	0,264	No existe causalidad

Nota. Las siglas PPC hace referencia al PIB per-cápita, IT a la Innovación tecnológica, FBC a la formación bruta de capital, IED a la inversión extranjera directa y GC a la globalización cultural.

En última instancia, para complementar y corroborar la existencia de causalidad entre las variables, se lleva a cabo un modelo de causalidad espectral de Breitung-Candelon (2006), para determinar la amplitud de onda, verificando la predictibilidad con distintas duraciones de tiempo, es decir, la causalidad entre las variables de corto, mediano o largo plazo.

La Figura 3 despliega los resultados obtenidos para el PIB per cápita y la innovación. El panel A sitúa los resultados del test estadístico respecto a la productividad, como efecto de la innovación, representados por las frecuencias 1, 2 y 3, respectivamente. Dando a conocer que el estimador no supera el valor crítico, con un nivel de significancia de 5% en ningún punto. Lo mismo ocurre con el panel B, en donde se plantea a la innovación como un efecto en la productividad. Por lo tanto, no existe un lazo de causalidad entre las mismas, es decir, para el caso de Ecuador, la innovación tecnológica no causa crecimiento económico en el corto, mediano y largo plazo y viceversa. Dicha lógica exterioriza la situación económica nacional, dado que la innovación no ha jugado un papel imperceptible en la producción, como consecuencia de la fuerte influencia de competidores internacionales en el mercado ecuatoriano.

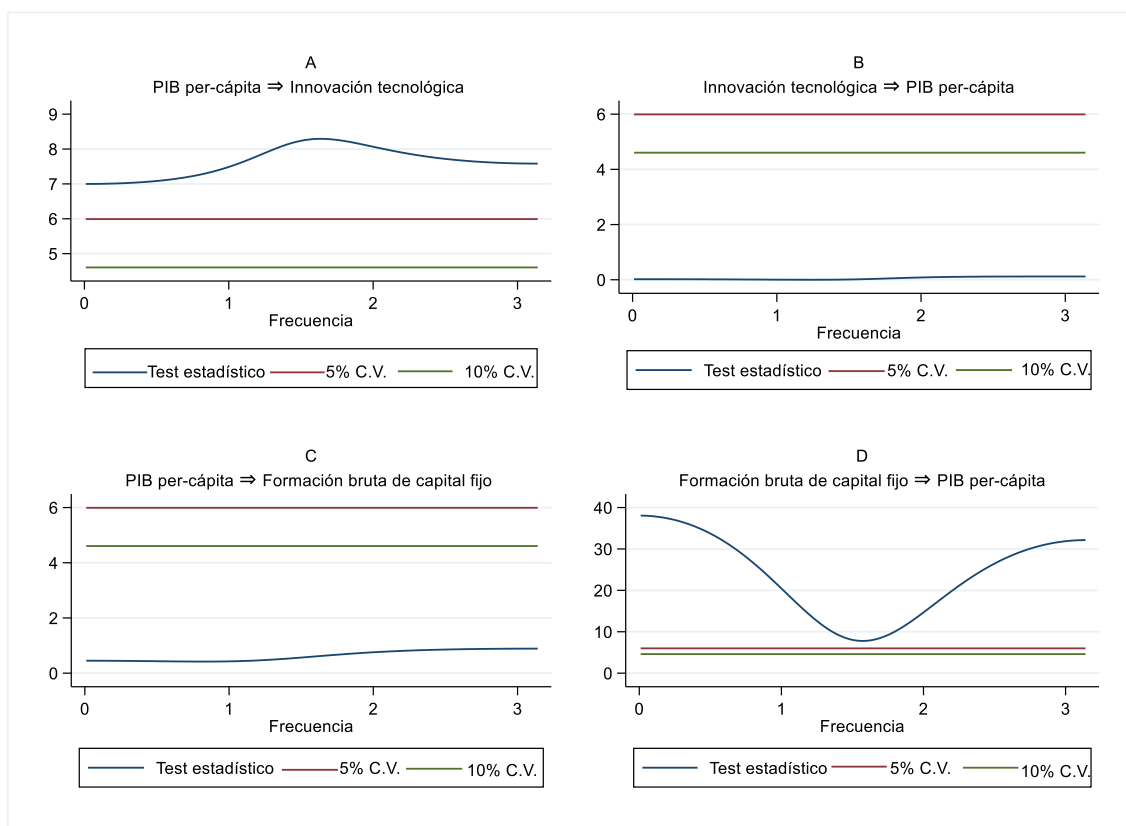
El análisis de los paneles C y D muestra que no existe una relación de causalidad entre el PIB per cápita y la formación bruta de capital. En ningún punto, el estimador no supera el valor crítico con un nivel de significancia del 5%, lo que indica que la formación bruta de capital no causa a la productividad, ni en el corto, mediano o largo plazo, ni viceversa. Una de las principales razones por las que no se observa una causalidad bidireccional entre estas variables en Ecuador podría ser la falta de inversión en capital físico productivo.

La formación bruta de capital fijo, que incluye la inversión en maquinaria, equipos, infraestructura y construcciones, es fundamental para impulsar la productividad y, por ende, aumentar el PIB per cápita. Sin embargo, en Ecuador, los niveles de inversión en este tipo de capital han sido históricamente bajos en comparación con otros países de la región. Esto podría deberse a diversos factores, como la falta de incentivos adecuados para atraer inversión privada, la escasez de financiamiento para proyectos de inversión a largo plazo, la inestabilidad política y económica que desalienta la inversión, o la concentración excesiva en sectores extractivos con baja generación de valor agregado.

Por otro lado, la falta de causalidad del PIB per cápita hacia la formación bruta de capital fijo podría explicarse por la baja capacidad de ahorro e inversión de los hogares ecuatorianos, debido a los bajos niveles de ingreso y las limitaciones en el acceso al crédito. Esto dificultaría que los aumentos en el ingreso per cápita se traduzcan en mayores niveles de inversión en capital físico.

Figura 4.

Causalidad espectral del PIB per cápita con las variables IT Y FBCF



Nota. Las siglas PPC hace referencia al PIB per cápita, IT a la Innovación tecnológica, FBCF a la formación bruta de capital fijo.

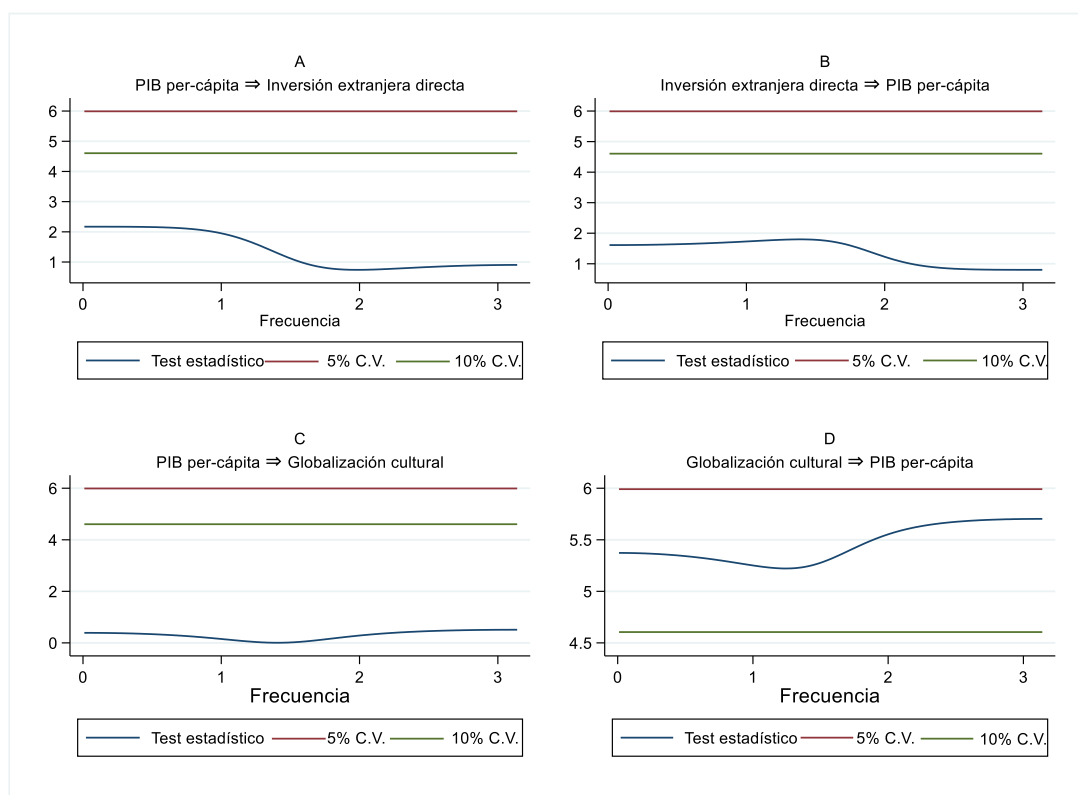
De acuerdo con los resultados presentados en los paneles A y B, no se observa una relación de causalidad entre el PIB per cápita y la inversión extranjera directa, ni en el corto, mediano ni largo plazo. Es decir, los aumentos en el PIB per cápita no causan aumentos en la inversión extranjera directa, y viceversa, la inversión extranjera directa tampoco causa aumentos en el PIB per cápita. Esta ausencia de causalidad se debe a que Ecuador tiene una economía altamente dependiente de sectores específicos como el petróleo y la agricultura, lo que la hace vulnerable a las fluctuaciones de precios internacionales. Además, la inestabilidad política y los cambios frecuentes en políticas económicas desalientan la inversión extranjera. La infraestructura insuficiente y las limitaciones en el capital humano impiden que la inversión extranjera directa se traduzca en mejoras en la productividad, asimismo, la falta de diversificación económica limita la distribución de los beneficios de la IED, y las políticas económicas volátiles crean incertidumbre para los inversores. Estos factores impiden que la

inversión extranjera directa actúe como un motor claro y consistente del crecimiento de la productividad en el país.

Finalmente, el análisis de los paneles C y D muestra de igual manera que no existe una relación de causalidad entre el PIB per cápita y la globalización cultural en ninguna de las direcciones. Una de las principales razones es que la estructura productiva del país se ha concentrado históricamente en sectores primarios y extractivos, con un bajo nivel de diversificación y valor agregado. Esto podría limitar el impacto que la globalización cultural podría tener sobre la productividad y el desarrollo económico. Adicionalmente, la falta de inversión en capital físico productivo, como maquinaria, equipos e infraestructura, puede obstaculizar el desarrollo de sectores más intensivos en conocimiento y tecnología, que podrían beneficiarse de una mayor integración cultural. Asimismo, las debilidades institucionales, como la inestabilidad política, la falta de políticas públicas adecuadas y la baja calidad de las instituciones, pueden dificultar que los efectos positivos de la globalización cultural se traduzcan en un mayor crecimiento económico.

Figura 5.

Causalidad espectral del PIB per cápita con las variables IED y la GC



Nota. Las siglas PPC hace referencia al PIB per-cápita, IED a la inversión extranjera directa y GC a la globalización cultural.

7. Discusión

7.1. Objetivo específico 1

Analizar la evolución y correlación entre la innovación tecnológica y la productividad en Ecuador, mediante un análisis de estadísticos descriptivos, durante el periodo 1990-2020.

El análisis realizado sobre el efecto de la innovación tecnológica en la productividad de la economía ecuatoriana durante el período 1990-2020 ha permitido identificar varias dinámicas y relaciones clave entre las variables estudiadas. A continuación, se discuten los hallazgos más relevantes y sus implicaciones.

Los estadísticos descriptivos muestran que, durante el período de estudio, el PIB per cápita de Ecuador ha tenido una media de 8,51%, con una desviación estándar de 0,14%. Estos valores indican un crecimiento económico relativamente estable, aunque la baja variabilidad sugiere que la economía ha experimentado estabilidad con respecto a su crecimiento, lo que puede ser positivo para evitar los riesgos de fluctuaciones extremas. Sin embargo, la estabilidad del PIB per cápita no necesariamente refleja la ausencia de inestabilidad económica, ya que pueden estar presentes otros factores que afecten la economía de manera no directamente visible en estos indicadores.

En términos de innovación tecnológica, medida a través del número de patentes, se observa una media baja de 5,91%, con una desviación estándar de 0,64%. Esto sugiere que el nivel de innovación en Ecuador ha sido consistentemente bajo durante el período estudiado, lo cual podría estar vinculado a una menor inversión en I+D y a una infraestructura científica limitada. Cañarte-Alcivar (2020) proporciona una perspectiva más amplia, revelando que la producción científica de Ecuador es inferior en comparación con otros países, lo que podría repercutir en su PIB. La baja variabilidad en la innovación tecnológica también sugiere una falta de cambios significativos en las políticas y estrategias de innovación durante este tiempo.

El análisis de la evolución del PIB per cápita y la innovación tecnológica revela tendencias y periodos específicos de cambio. El PIB per cápita muestra una tendencia al alza desde 1990 hasta 2019, con ciertas fluctuaciones marcadas por eventos económicos y políticos significativos, como la crisis financiera de 1999 y la adopción del dólar en 2000. Estos eventos reflejan la alta sensibilidad de la economía ecuatoriana a las políticas internas y los factores externos, como los precios del petróleo. En contraste, la evolución de la innovación

tecnológica presenta un patrón más volátil, con periodos de aumento y disminución relacionados con factores gubernamentales y de entorno institucional. La implementación de políticas favorables en 1994 y la crisis económica de 2000 son ejemplos claros de cómo el contexto económico y político puede influir en la innovación.

Los resultados de la correlación entre las variables del estudio indican una relación positiva pero débil entre la innovación tecnológica y el PIB per cápita. Estos resultados se alinean con los de Curiel (2020), quien determinó que la innovación tecnológica no contribuía de manera significativa al desarrollo económico. Esta relación sugiere que, aunque la innovación tiene un impacto en la productividad económica, su efecto es limitado. Esto podría deberse a la estructura de la economía ecuatoriana, donde una gran parte de la producción se basa en recursos naturales y procesos productivos simples que no dependen en gran medida de la innovación tecnológica. De manera similar, Jurado (2018) encontró una correlación positiva en el sector específico de fabricación de automóviles en Tungurahua. Esta discrepancia podría explicarse por las diferencias sectoriales y regionales en el impacto de la innovación.

Por otro lado, la formación bruta de capital fijo muestra una relación positiva y fuerte con el PIB per cápita, indicando que la inversión en infraestructura y maquinaria es un factor crucial para el crecimiento económico en Ecuador. Esto sugiere que las políticas orientadas a fomentar la inversión en capital fijo pueden ser más efectivas para impulsar el desarrollo económico. Resultados que se contrastan con los de Montiel (2017), Chacaguasay (2016), Armijos-Orellana (2022) y Manuelito (2013), quienes respaldan los resultados de estudio, encontrando una relación positiva y fuerte entre estas variables. En conjunto, estos hallazgos sugieren que la FBCF desempeña un papel crucial a la hora de impulsar el crecimiento económico y aumentar el PIB per cápita.

Además, la globalización cultural presenta una relación positiva significativa con el PIB per cápita, lo que implica que una mayor integración cultural y apertura al mundo puede contribuir al crecimiento económico. Este hallazgo destaca la importancia de las políticas que promuevan la conectividad y el intercambio cultural. De manera semejante, Leitão (2013) y Shi (2014) encontraron que la globalización cultural, como componente del comercio internacional, puede promover el crecimiento económico. Además, Kroenke (2018) también encontró que la cultura nacional, incluidos factores como la distancia de poder, el individualismo, la orientación a largo plazo y la indulgencia, influyen significativamente en el PIB per cápita.

Finalmente, la relación inversa entre la inversión extranjera directa y el PIB per cápita es un resultado inesperado y sugiere que una mayor dependencia de la IED podría no ser favorable para el crecimiento económico de Ecuador. Esto podría estar relacionado con la naturaleza de las inversiones recibidas, que pueden no estar orientadas a sectores productivos o estratégicos para el desarrollo a largo plazo. La relación entre la inversión extranjera directa (IED) y el PIB per cápita es compleja y multifacética. Suanes (2015) y Rodríguez (2015) encuentran que la IED puede tener un impacto positivo en el crecimiento económico, pero también puede aumentar la desigualdad de ingresos. Por otro lado, Cardeñosa (2003) sugiere que la IED puede ser un indicador del nivel de desarrollo económico de un país. Finalmente, Martínez (2019) destaca la importancia de la formación de capital humano y el bienestar económico en la atracción de IED. Estos hallazgos sugieren que la relación entre la IED y el PIB per cápita es dinámica y está influenciada por una variedad de factores.

7.2 Objetivo específico 2

Evaluar si existe una relación de equilibrio a corto y largo plazo de la innovación tecnológica y la productividad en Ecuador durante 1990-2020.

En base a los resultados obtenidos en cuanto a la prueba de multicolinealidad mediante el Factor de Inflación de Varianza (VIF), se corroboró que no existe la presencia de multicolinealidad en el modelo, ya que presenta un VIF de 2,29. Por otra parte, los resultados de la Tabla 3 (Modelo 1) del MCO demuestran que existe una relación positiva y significativa en la productividad, ante un aumento de uno de la innovación, el PIB per cápita se incrementa en 0,035%. De manera contraria, Curiel (2020) encontró que, si bien la innovación tecnológica no contribuyó significativamente en el desarrollo económico, existe potencial de mejoras a través de políticas públicas.

En contraste a lo anterior, la formación bruta de capital fijo muestra una relación significativa con respecto al PIB per-cápita, incrementando la productividad en 0,333%. Este estudio coincide con el de Barrientos (2020) quien menciona que el esfuerzo de la inversión en capital físico tiene un impacto positivo y significativo en el crecimiento económico, pues, para que exista un crecimiento económico, es necesario un capital humano alto vigorizado por la inversión en capital fijo. Por otra parte, un aumento de uno en la inversión extranjera directa eleva el PIB per-cápita en un 0,001%, aunque esta relación no es significativa. De manera similar, los hallazgos de Moreira et al. (2021) y Oyala (2017) encontraron un impacto moderado, pero no significativo de la inversión extranjera directa (IED) en el crecimiento

económico en Ecuador. Sin embargo, Valenzuela-Klagges (2020) sugiere que la IED y la competitividad puedan conducir a una mayor productividad en los países latinoamericanos, incluso Ecuador. Estos hallazgos indican que, si bien la IED puede no tener un impacto directo y significativo en el crecimiento económico de Ecuador, puede contribuir a una mayor productividad potencial a través de su interacción con otros factores como la competitividad.

Seguidamente, un aumento de uno en el índice de la globalización cultural disminuye el PIB per-cápita en un -0,002%, teniendo una relación estadísticamente significativa al nivel de confianza establecido. De manera contraria, Bermeo-Mejía y Collado (2021) explora la influencia de los medios globalizados en la construcción de la identidad ecuatoriana, sugiriendo un impacto potencial en la productividad. Estos estudios en conjunto sugieren que, si bien la globalización cultural puede tener cierta influencia en la productividad en Ecuador, es solo uno de muchos factores que deben considerarse.

Continuando con los resultados, se aplicaron las pruebas de Dickey-Fuller (1979) y de Phillips-Perron (1988), para verificar la estacionariedad. Se obtuvo que en niveles las variables tienen problemas de raíz unitaria, sin embargo, al diferenciarlas estas se vuelven estacionarias. Con la finalidad de verificar si las variables se cointegran, se realizó el test de Johansen, en el cual se verificó que existen al menos 2 ecuaciones de cointegración. Así mismo, se estimó el número de rezagos óptimos, el cual fue de 1 rezago. Estos resultados coinciden con los de Huang et al. (2009), quien utiliza la misma metodología y enfatiza que antes de generar un modelo VEC, es necesario que las variables tengan un mismo orden de integración y se cointegren.

El modelo VEC se utilizó para determinar la relación de equilibrio entre el PIB per-cápita y las variables innovación tecnológica y la formación bruta de capital fijo. Esto quiere decir que, en el corto plazo, las variaciones de estas variables tienen efectos reales sobre la productividad del Ecuador. Por lo tanto, se explica que los cambios de la innovación inciden en la productividad del Ecuador; estos resultados se pueden explicar debido a que la adopción de nuevas tecnologías puede aumentar la productividad de las empresas, traducándose en una mayor eficiencia y menores costos de producción. De manera semejante, Wang et al. (2024) destacan que, un mayor nivel de tecnología financiera desemboca en un mayor nivel de productividad. Independientemente del ámbito de la investigación en diferentes temáticas (sector público, transporte, productividad laboral, medioambiental, financiera, etc),

Así mismo, las variaciones de la formación bruta de capital fijo inciden en las variaciones del PIB per-cápita a corto plazo. Una de las razones por las que FBCF influye en la productividad es debido a que esta variable incluye inversiones en maquinaria, equipos e infraestructura. Estas inversiones aumentan la capacidad productiva de la economía, permitiendo la producción de más bienes y servicios, creando así empleos directos en el sector de la construcción y empleos indirectos en sectores relacionados. Este aumento del empleo eleva los ingresos de los hogares, incrementa el consumo y, por ende, genera un impacto positivo en el crecimiento económico. Wang et al. (2022) corrobora esta información mediante sus resultados que investigan el efecto que tiene la formación bruta de capital fijo sobre la productividad mediante metodologías econométricas con datos panel para distintas entidades y países, concluyendo que la inversión en activos fijos, los avances y mejoras en capital humano, conjuntamente con una menor inestabilidad financiera, dan como resultado un mayor nivel de productividad. Así mismo, Ashraf et al. (2024) investigan la relación entre la productividad y el avance tecnológico y concluyen que lo más importante es la inversión en capital humano, para posteriormente hacer uso de la tecnología y obtener una mayor productividad.

Por otro lado, la Inversión Extranjera Directa (IED) tiene un impacto limitado en el corto plazo. El IED puede aumentar la productividad y el crecimiento económico a través de la transferencia de la tecnología y habilidad, pero este proceso requiere de tiempo para materializarse. Además, la IED no es un factor determinante del crecimiento económico del Ecuador, ya que el país ha experimentado una baja tasa de inversión extranjera directa en comparación con otros países de la región. En contraste, Ashraf et al. (2024) mencionan en sus resultados donde realizan un modelo empírico dinámico con efectos fijos para países subdesarrollados, encontrando que, a pesar de un aumento de la inversión extranjera directa, la productividad total no mejora si es que los países no poseen un alto nivel de capital humano.

Finalmente, los resultados obtenidos del modelo VAR para el largo plazo, se han encontrado que existe una relación a largo plazo entre el PIB per-cápita y la Inversión extranjera Directa (IED) esta relación se la puede explicar debido a que la IED puede facilitar la transferencia de tecnología, conocimiento y mejores prácticas de gestión, lo que impulsa la eficiencia y la productividad en sectores clave de la economía. Además, al atraer capital y recursos externos,

la IED puede estimular la inversión doméstica, generar empleo y aumentar la capacidad productiva del país, contribuyendo así a un crecimiento económico sostenible. De manera semejante, en el estudio de Cheng et al. (2020) investigan economías desarrolladas mediante una metodología econométrica, la cual les ha permitido concluir que la inversión extranjera directa tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre la productividad de las economías. Dicho de otra manera, la inversión extranjera directa tiene efectos positivos a medio y largo plazo sobre las economías, pues permite aumentar el nivel de productividad, mejora las oportunidades de empleo, se dinamiza el avance tecnológico, permite el financiamiento de empresas e impulsa el comercio internacional (Huo y Wang, 2022).

Por otro lado, existen variables en el modelo que no tienen un efecto a largo plazo en la productividad de la economía ecuatoriana, dentro de ellas se encuentran las variables de innovación tecnológica, formación bruta de capital fijo y la globalización cultural. Empezamos primeramente explicando las razones relacionadas con la innovación tecnológica. Esto se debe a que esta variable en Ecuador está influenciada por factores específicos que no están completamente capturados por las variables de control incluidas en este modelo, como la inversión en investigación y desarrollo, las políticas de innovación, la calidad del capital humano y el entorno institucional. Estos factores juegan un papel más directo en el impulso de la innovación tecnológica y podrían explicar la baja significancia del modelo en esta variable. Sin embargo, una serie de estudios, incluidos los de Bujari (2016) y Valadez (2016), encuentran consistentemente un impacto positivo de la innovación tecnológica en el crecimiento económico. Bujari enfatiza el papel de la investigación en las investigaciones, las patentes y las exportaciones de productos de alta tecnología, mientras que Valadez se centra en la correlación entre ciencias, tecnología e innovación y su impacto en el crecimiento económico.

Por otra parte, la formación bruta de capital está influenciada por factores estructurales y de eficiencia. Aunque la inversión en infraestructura y maquinaria es importante, su efecto positivo en la productividad puede ser limitado por la baja calidad de la educación, la falta de capacitación del capital humano, ineficiencias en la gestión pública y un entorno institucional débil. Además, la volatilidad económica y política puede desincentivar inversiones sostenibles a largo plazo, dificultando que la formación bruta de capital mejore significativamente la productividad. No obstante, Kawaguchi (2020) realiza un estudio utilizando técnicas econométricas para analizar la relación entre la formación bruta de capital

fijo y la productividad, encontrando una relación positiva y estadísticamente significativa, además, destaca que, a pesar de la edad de los trabajadores, invertir en capital fijo es beneficioso para las empresas y su productividad. Aquella conclusión es similar a la de Kim et al. (2019), ya que estos autores investigan la misma relación con la diferencia que lo aplican para los países subdesarrollados, no obstante, encuentran que un mayor nivel de formación bruta de capital fijo significa mayor productividad laboral.

Finalmente, la globalización cultural no influye en la productividad a largo plazo, debido a que el impacto de la globalización cultural no es un factor directo que afecte la producción y el crecimiento económico, sino más bien un factor que puede influir en la forma en que las personas consumen y se relacionan con los productos y servicios. Además, puede tener un impacto negativo en la economía si no se acompaña de políticas económicas sólidas y de un desarrollo endógeno que permita a la economía ecuatoriana ser más competitiva y sostenible a largo plazo. De manera contraria, los autores Li et al. (2024) investigan la productividad laboral, incluyendo las variables de globalización y la cultura de las personas, y concluyen que los países con mayor nivel cultural tienen mayor nivel de productividad y desempeño laboral, definiendo la globalización cultural como la transferencia de ideales, significados y valores entre todos los países del mundo con el fin único de intensificar las relaciones sociales del mundo.

La investigación sugiere que mientras la FBCF y la IED pueden tener efectos positivos a largo plazo, la innovación tecnológica requiere un enfoque más holístico que incluya mejoras en capital humano y políticas de apoyo. A su vez, la globalización cultural necesita ser gestionada de manera que sus impactos positivos sean potenciados y sus efectos negativos mitigados mediante políticas adecuadas. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para el desarrollo de políticas públicas que promuevan un crecimiento económico inclusivo y sostenido en Ecuador.

7.3 Objetivo específico 3

Determinar la relación causal entre la innovación tecnológica y la productividad en Ecuador durante el periodo 1990-2020, mediante un modelo de causalidad de Granger, con la finalidad de sugerir mecanismos para aumentar la productividad en el largo plazo.

En el objetivo tres se probó la relación de causalidad que existe entre nuestras variables, dentro de las variables de interés como son la innovación tecnológica, formación bruta de

capital fijo, inversión extranjera directa, globalización cultural y la productividad medida por el PIB per-cápita. Los resultados del modelo de causalidad de Granger (1969) indican que no existe una relación causal directa de la innovación tecnológica hacia el PIB per cápita, que se utiliza como proxy de la productividad, indicando que la innovación aún no ha alcanzado un nivel donde su impacto en la productividad sea evidente. Sin embargo, se observa una causalidad en sentido inverso del PIB per cápita hacia la innovación. Esto sugiere que la productividad ha sido un factor importante para el desarrollo tecnológico en Ecuador. Estos hallazgos contrastan con la teoría de crecimiento endógeno de Romer (1986), donde considera al stock de conocimientos como principal factor productivo, es decir que la inversión en avances tecnológicos impulsa la productividad en los países. De manera contraria, autores como Crespi y Zúñiga (2012), quienes, en su estudio sobre países latinoamericanos, incluido Ecuador, encontraron una relación positiva entre la innovación y la productividad. No obstante, estudios como el de Solow (1957) indican que el progreso tecnológico es un factor exógeno que afecta el crecimiento económico, lo que contrasta con la observación de que la innovación tecnológica en Ecuador no ha impulsado directamente el PIB per cápita. Además, investigaciones como las de Acemoglu (2009) sugieren que las instituciones y políticas gubernamentales juegan un papel crucial en la efectividad de la innovación tecnológica en el crecimiento económico, lo que podría explicar la falta de impacto directo observado en Ecuador.

Asimismo, se encontró causalidad unidireccional del PIB per cápita hacia la formación bruta de capital fijo, la cual sugiere que el crecimiento económico del ingreso per cápita incentiva la inversión en capital físico y humano. Esto es coherente con la idea de que un mayor ingreso genera ahorros y demanda de inversión. Sin embargo, la falta de causalidad en dirección opuesta podría deberse a la ineficiencia en el uso del capital y la falta de complementariedad con otros factores como la innovación y la calidad institucional. De manera semejante, Li y Gong (2023) corroboran la información, encontrando en sus resultados que la formación bruta de capital fijo deriva en un mayor nivel de productividad. De la misma forma, Wang et al. (2022) investigan el efecto que tiene la formación bruta de capital fijo sobre la productividad, concluyendo que la inversión en activos fijos, los avances y mejoras en capital humano, conjuntamente con una menor inestabilidad financiera, dan como resultado un mayor nivel de productividad. Asimismo, Li y Su (2022) coinciden también con aquellas ideas, pues, en sus investigaciones realizadas, encuentran que la mejora de la productividad depende de un alto nivel de formación bruta de capital fijo.

La causalidad unidireccional del PPC hacia la Inversión Extranjera Directa (IED) sugiere que un mayor ingreso per cápita hace a Ecuador un destino más atractivo para los inversores extranjeros. Es justificable dado que un mercado interno más grande y estable es más atractivo para empresas multinacionales. Este resultado es coherente con los hallazgos de Borensztein et al. (1998), quienes argumentaron que la IED contribuye al crecimiento económico principalmente cuando el país receptor tiene un nivel mínimo de capital humano. Asimismo, Aguirre-Inga et al. (2023) exploró más a fondo la relación entre la IED y el crecimiento económico en el sector manufacturero y encontró que la IED está estrechamente relacionada con variables como el PIB, la inflación, el empleo y el riesgo país. Estos hallazgos sugieren que, si bien la IED desempeña un papel en la productividad de la economía ecuatoriana, su impacto puede ser moderado y estar influenciado por varios factores.

Asimismo, se encuentra una causalidad unidireccional que va desde la innovación tecnológica hacia la inversión extranjera directa, lo que indica que un entorno con alta capacidad tecnológica es atractivo para los inversores extranjeros. No obstante, la falta de causalidad inversa podría deberse a que la IED no necesariamente implica transferencia de tecnología a menos que existan políticas específicas para fomentar dicha transferencia. De igual modo, Olaya y Armijos (2017) enfatizó además la importancia de la IED para impulsar el crecimiento económico, particularmente en una economía dolarizada como la del Ecuador. Estos estudios en conjunto sugieren un impacto positivo pero moderado de la innovación tecnológica sobre la IED en la economía ecuatoriana.

Finalmente, no se encontró una relación causal entre la globalización cultural y el PIB per cápita. La ausencia de dicha causalidad puede estar explicada por factores como la estructura económica y las políticas gubernamentales podrían jugar roles más importantes en determinar la relación entre las variables. En cambio, Chang et al. (2021) y Chater (2020), quienes examinan el periodo de pandemia mundial, encuentran que la globalización cultural permitió establecer reglas, órdenes y disposiciones presidenciales similares entre los países con la finalidad de conseguir el mismo resultado: productividad y continuación laboral.

En conclusión, la causalidad de Granger proporciona una visión detallada de las interrelaciones entre la innovación tecnológica, el PIB per cápita, la formación bruta de capital, la inversión extranjera directa y la globalización cultural en Ecuador. Aunque se observa una fuerte relación causal desde el PIB per cápita hacia otras variables clave, la falta de causalidad en la dirección opuesta sugiere la necesidad de un enfoque integral que incluya

políticas de largo plazo para maximizar los beneficios de la innovación, la inversión y la integración cultural en la economía ecuatoriana.

8. Conclusiones

El análisis del período 1990-2020 indica una relación positiva, aunque débil, entre la innovación tecnológica y el PIB per cápita, sugiriendo que la innovación contribuye al crecimiento económico, pero su impacto es limitado, debido a la alta dependencia del país en los recursos naturales y procesos productivos simples. Por otro lado, existe una fuerte relación positiva entre la formación bruta de capital fijo y el PIB per cápita, indicando que la inversión en infraestructura, maquinaria y equipos es un factor determinante para el crecimiento económico de Ecuador. La globalización cultural también muestra una clara relación positiva con el PIB per cápita, sugiriendo que una mayor apertura e integración cultural podría impulsar significativamente el crecimiento económico. Contrariamente a lo esperado, se observa una relación inversa entre la Inversión Extranjera Directa (IED) y el PIB per cápita, implicando que una mayor dependencia de la IED no necesariamente se traduce en un mayor crecimiento económico para el país.

Los resultados de las pruebas de efecto a corto y largo plazo, confirman que, en el corto plazo, la innovación tecnológica y la formación bruta de capital fijo tienen un impacto significativo y positivo en el PIB per cápita, lo que sugiere que estas variables son motores importantes del crecimiento económico inmediato. Sin embargo, en el largo plazo, solo la inversión extranjera directa mostró una relación significativa con la productividad. Sorprendentemente, la globalización cultural no mostró un impacto significativo ni a corto ni a largo plazo, lo que indica que su influencia en la productividad económica de Ecuador es limitada.

La causalidad de Granger revela una dinámica compleja en la economía ecuatoriana durante el periodo estudiado. La relación unidireccional sugiere que el crecimiento económico de Ecuador ha creado las condiciones para el desarrollo tecnológico y la inversión, pero no se ha beneficiado directamente de estos factores en términos de productividad. Esto podría indicar ineficiencias en la implementación de innovaciones y en la utilización de capital e inversión extranjera. La ausencia de causalidad directa de la innovación tecnológica hacia el PIB per-cápita es particularmente notable, contrastando con teorías económicas establecidas. Concluyendo que Ecuador aún no ha alcanzado un nivel de desarrollo tecnológico donde su impacto en la productividad sea evidente.

La principal limitación de esta investigación radica en que existe no se existen mucha información e investigaciones que tenga dentro de sus investigaciones la variable de la globalización cultural. Finalmente, la innovación tecnológica en Ecuador ha mostrado una evolución volátil y una contribución marginal a la productividad, lo que sugiere la necesidad de un entorno más favorable para la investigación y el desarrollo. Por lo tanto, se puede concluir que la innovación no ha sido el principal impulsor de la productividad en el Ecuador durante el periodo estudiado, sigue siendo un área crucial para el desarrollo futuro.

9. Recomendaciones

Se recomienda que Ecuador implemente una estrategia integral de desarrollo económico que priorice la diversificación de su economía más allá de la dependencia de recursos naturales. Es importante aumentar la inversión en investigación y desarrollo (I+D) para fomentar la innovación tecnológica, especialmente en sectores de alto valor agregado. Paralelamente, se debe mantener y ampliar la inversión en formación bruta de capital fijo, dado su fuerte impacto positivo en el crecimiento económico.

Por otra parte, se recomienda que se implemente políticas económicas que fomenten la innovación tecnológica y la formación bruta de capital fijo para impulsar el crecimiento económico a corto plazo. Esto podría incluir incentivos para la investigación y desarrollo, mejoras en la infraestructura y la modernización de los equipos industriales. A largo plazo, se debe prestar especial atención a la atracción de inversión extranjera directa de calidad que promueva la transferencia de tecnología y conocimientos. Además, es importante desarrollar políticas que mejoren la capacidad de absorción tecnológica del país y fortalezcan los vínculos entre la IED y la economía local para maximizar sus beneficios.

Asimismo, se hace necesario el desarrollo e implementación de políticas y estrategias orientadas a intensificar la competitividad y sostenibilidad del tejido económico nacional. Estas deben estar diseñadas para maximizar las externalidades positivas derivadas de la globalización cultural. Este enfoque integral busca fomentar un ecosistema económico resiliente y adaptativo, capaz de capitalizar las oportunidades emergentes en un entorno global caracterizado por su creciente interconexión y dinamismo.

Se recomienda implementar políticas que optimicen la calidad y pertinencia de la innovación en el contexto económico local, fomentando la sinergia entre academia, industria y gobierno para fortalecer el ecosistema de innovación. Paralelamente, se sugiere el diseño e implementación de estrategias a largo plazo que capitalicen el crecimiento económico para impulsar un desarrollo sostenible basado en la innovación y el incremento de la productividad multifactorial. Estas iniciativas deben orientarse hacia la creación de un marco regulatorio y un entorno económico que propicien la innovación

endógena y la adaptación eficiente de tecnologías exógenas, mejorando la competitividad nacional a escala global.

Por último, se recomienda implementar políticas para fortalecer el ecosistema de innovación, mejorar la absorción tecnológica en sectores clave, fomentar la inversión en capital humano especializado y desarrollar vínculos entre el sector académico y empresarial para potenciar la productividad y competitividad del país. Las recomendaciones propuestas se han diseñado con el objetivo de optimizar la implementación de innovaciones tecnológicas, incrementar la productividad multifactorial y promover la productividad sostenible en Ecuador.

10. Bibliografía

- Acemoglu, D. (2009). *Introduction to Modern Economic Growth*. Princeton University Press.
- Aguirre-Inga, D., Caizapasto-Gualotuña, P., & Cadena-Chávez, O. (2023). Evolución de inversión extranjera directa: un acercamiento al sector manufacturero del Ecuador periodo 2010-2020. *Digital Publisher*, 8(1-1), 240-253.
- Akaike, H. (Diciembre de 1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19, 716 - 723.
- Armijos-Orellana, R. (2022). *La inversión en capital fijo y su impacto en el crecimiento económico: Un análisis empírico en América Latina*. *Revista de Economía y Sociedad*, 40(2), 75-93.
- Arrow, K. (1973). Higher Education as a Filter. *Journal of Public Economics*, 2, 193–216.
- Ashraf, A., Carril-Caccia, F., & Doytch, N. (2024a). Reverse technological spillovers from outward FDI on home countries' total factor productivity: Does the mode of investment matter? *Borsa Istanbul Review*.
- Banco Central del Ecuador. (2020). *Inversion extranjera directa*.
- Banco Central del Ecuador. (2022). *Informacion estadistica mensual*.
- Banco Mundial. (2022). *Banco Mundial*. Obtenido de *Los impactos económicos de la pandemia y los nuevos riesgos para la recuperación*.
- Banco Mundial. (2023). *PIB per cápita*. Grupo Banco Mundial.
- Barrientos, C. (2020). Externalidades del gasto público destinado a la educación en el crecimiento económico. *Innova Educacion*, 2(1).
- Barro, R. (1991). Economic Growth in a Cross section of Countries. *Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 407–444.
- Baumol, W. (1990). Entrepreneurship: Productive, Unproductive, and Welfare. *American Economic Review*, 76, 1072–1085.

- Benhabib, J., Perla, J., & Tonetti, C. (2021). Reconciling Models of Diffusion and Innovation: A Theory of the Productivity Distribution and Technology Frontier. *Econometrica*, 89(5), 2261–2301.
- Bermeo-Mejía, L. P., & Collado, J. (2021). Globalización y aculturación: la influencia de los medios de comunicación en la Educación Intercultural de Ecuador. *Cuestiones Pedagógicas*, 2(30), 167-188.
- Borensztein, E., De Gregorio, J., y Lee, JW (1998). ¿Cómo afecta la inversión extranjera directa al crecimiento económico? *Journal of International Economics*, 45 (1), 115-135.
- Bujari, A., & Venegas Martínez, F. (2016). "Procesos de Innovación Tecnológica y Crecimiento Económico en América Latina". *REVISTA MEXICANA DE ECONOMÍA Y FINANZAS*, 11(2).
- Cañarte-Alcívar, A. (2020). *Producción científica y su impacto en el desarrollo económico de Ecuador: Un análisis comparativo*. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 18(2), 134-150.
- Cardeñosa, M. (2003). *La inversión extranjera directa como indicador de desarrollo económico*. Editorial Científica.
- Chacaguasay, M. (2016). La formación bruta de capital fijo como motor de crecimiento económico en Ecuador. *Análisis Económico*, 28(1), 112-130.
- Chang, Y., Chien, C., & Shen, L. F. (2021). Telecommuting during the coronavirus pandemic: Future time orientation as a mediator between proactive coping and perceived work productivity in two cultural samples. *Personality and Individual Differences*, 171, 110508.
- Chater, N. (2020). Facing up to the uncertainties of COVID-19. *Nature Human Behaviour*, 4(5), 439.
- Cheng, H., Wang, Z., Peng, D., & Kong, Q. (2020). Firm's outward foreign direct investment and efficiency loss of factor price distortion: Evidence from Chinese firms. *International Review of Economics & Finance*, 67, 176–188.
- Crespi, G., & Zúñiga, P. (2012). Innovación y productividad: evidencia de seis países latinoamericanos. *Desarrollo Mundial*, 40(2), 273-290.

- Curiel, A. (Enero/Junio de 2020). La innovación tecnológica y su influencia en el desarrollo económico del Ecuador período 2012 - 2017. *SATHIRI: Sembrador*, 15(1).
- Dang, T. H. N., Balli, F., Balli, H. O., & Nguyen, H. (2024). Firm productivity in the Energy-electricity sector over the last two decades with crisis: The role of cross-listing. *Energy Economics*, 130, 107309.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427- 431.
- Domar, E. (1946). Capital expansion, rate of growth, and employment. . *Econometrica, Journal of the Econometric Society*, 137–147.
- Dorner, Z., Tucker, S., & Hassan, G. M. (2024). Heterogeneous productivity stabilizes public good contributions under certainty, uncertainty and ambiguity. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 110, 102208.
- Doytch, N., & Ashraf, A. (2022). The Ecological Footprints of Greenfield FDI and Cross-border M&A Sales. *Environmental Modeling and Assessment*, 27(6), 935–951.
- Doytch, N., & Uctum, M. (2019). Spillovers from foreign direct investment in services: Evidence at sub-sectoral level for the Asia-Pacific. *Journal of Asian Economics*, 60, 33–44.
- Duguet, E. (2006). Innovation Height, Spillovers and TFP Growth at the Firm Level: Evidence from French Manufacturing. *Economics of Innovation and New Technology*, 15(4), 415–442.
- Fidrmuc, J., Gaibulloev, K., Mirzaei, A., & Moore, T. (2024). The effect of capital inflows on the imports of capital goods in developing countries. *Journal of Corporate Finance*, 84, 102531.
- Granger, C. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *The Econometric Society*, 37(3), 424-438.
- Ghosh, T., & Parab, P. M. (2021). Assessing India’s productivity trends and endogenous growth: New evidence from technology, human capital and foreign direct investment. *Economic Modelling*, 97, 182–195.

- Goldbach, S., Nagengast, A. J., Steinmüller, E., & Wamser, G. (2019). The effect of investing abroad on investment at home: On the role of technology, tax savings, and internal capital markets. *Journal of International Economics*, 116, 58–73.
- Gomes, O. (2024). Optimal planning of technological options and productivity distribution dynamics. *Economic Modelling*, 130, 106593.
- Hannan, E. J., y Quinn, B. G. (1979). The Determination of the Order of an Autoregression. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 41(2), 190-195.
- Harrod, R. (1939). Value and Capital. *Journal Storage*.
- Herzer, D., & Donaubauer, J. (2018). The long-run effect of foreign direct investment on total factor productivity in developing countries: a panel cointegration analysis. *Empirical Economics*, 54(2), 309–342.
- Hicks, N. (1979). Growth vs basic Needs: Is There a Trade Off. *World Development* , 7, 985–994.
- Hong, J., Zhou, C., Wu, Y., Wang, R., & Marinova, D. (2019). Technology Gap, Reverse Technology Spillover and Domestic Innovation Performance in Outward Foreign Direct Investment: Evidence from China. *China and World Economrmy*, 27(2), 1–23.
- Huang, F., Jin, L., & Sun, X. (Noviembre de 2009). Relationship between Scale of Higher Education and Economic Growth in China. *Asian Social Science*, 5(11), 55-60.
- HUO, P., & WANG, L. (2022). Digital economy and business investment efficiency: Inhibiting or facilitating? *Research in International Business and Finance*, 63, 101797.
- Johansen, S. (Junio-Septiembre de 1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231-254.
- Karadag, E., & Ciftci, S. K. (2023). Why research productivity of some scientists is higher? Effects of social, economic and cultural capital on research productivity. *Heliyon*, 9(8), e18762.

- Kato-Vidal, E. L. (2019). Productivity and innovation in small and medium enterprises. *Estudios Gerenciales*, 35(150), 38–46.
- Kawaguchi, D. (2020). *Envejecimiento poblacional, productividad y tecnología en Japón* / FSI. <https://fsi.stanford.edu/events/population-aging-productivity-and-technology-japan>
- Keynes, J. (1936). The supply of gold. *The Economic Journal*, 43(183), 412–418.
- Kim, J., Nakano, S., & Nishimura, K. (2019). The role of ICT productivity in Korea-Japan multifactor CES productions and trades. *IDE Discussion Paper*, 747.
- Kroenke, D. (2018). *Impacto de los factores culturales en el PIB per cápita: Una perspectiva global*.
- Lee, J. W., Kwak, D. W., & Song, E. (2022). Can older workers stay productive? The role of ICT skills and training. *Journal of Asian Economics*, 79, 101438.
- Lee, J. W., Song, E., & Kwak, D. W. (2020). Aging labor, ICT capital, and productivity in Japan and Korea. *Journal of the Japanese and International Economies*, 58, 101095.
- Leitão, NC (2013). *Globalización cultural y crecimiento económico: el papel del comercio internacional* .
- Li, C., & Gong, K. (2023). Does the resource curse hypothesis hold in China? Evaluating the role of trade liberalisation and gross capital formation. *Resources Policy*, 86, 103975.
- Li, G., Fujiyama, K., Wu, C., & Zheng, Y. (2024). Employment protection, corporate governance, and labor productivity around the World. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 92, 101978.
- Li, X., & Su, D. (2022). Total factor productivity growth at the firm-level: The effects of capital account liberalization. *Journal of International Economics*, 139, 103676.
- Lucas, R. (1988). En la mecánica del desarrollo económico. *Diario de La Economía Monetaria*, 22(1), 3–42.
- Mankiw, N., Weil, D., & Romer, D. (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 107, 407–437.

- Manuelito, S., & Jiménez Jiménez, L. (2013). Rasgos estilizados de la relación entre inversión y crecimiento en América Latina y el Caribe, 1980-2012. *Desarrollo Económico*, 7-2.
- Martínez, J. (2019). *Capital humano, bienestar económico y atracción de inversión extranjera directa*.
- Marshall, A. (1980). *Principles of Economics. An Introductory Volume*. The Online Library of Liberty.
- Mazzucato, M. (Noviembre de 2013). El estado empresarial. *Soundings*, 12(49), 131-142.
- Mitra, A. (2024). The productivity puzzle and the decline of unions. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 159, 104806.
- Moreira Cedeño, M. V., Vera Cedeño, J. I., & John Alexander Campuzano Vásquez, J. A. (Noviembre de 2021). Crecimiento económico e inversión extranjera directa en Ecuador, periodo 2000-2020. *Sociedad & Tecnología*, 4(2).
- Nonneman, W., & Vanhoudt, P. (1996). A further augmentation of the Solow model and the empirics of economic growth for OECD countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 111(3), 943–953.
- Ohlin, B. (1933). *Comercio Internacional e Interregional*. Lecturas de Teoría del Comercio Internacional.
- Olaya, E., & Armijos, J. (2017). Efecto de la inversión extranjera directa en el crecimiento económico en Ecuador durante 1980-2015: un análisis de cointegración. *Revista Económica*, 2(1), 31–38.
- OPEP. (2016). Organización de Países Exportadores de Petróleo. Annual Statistical Bulletin.
- Phillips, P. C., & Perron, P. (Junio de 1988). Prueba de raíz unitaria en regresión de series temporales. Oxford University Press, 75(2), 335-346.
- Pinzón, Y., & Rodríguez Crespo, E. (8 de Enero de 2024). Impacto del desempeño innovador sobre el crecimiento económico para América Latina. *Revista Económica*, 12(1), 87-101.
- Piore, M. (1979). *Unemployment and Inflation Institutionalism and structuralist views*.

- Pitterle, I., & Niermann, L. (2021). La crisis de la COVID-19: ¿qué explica las diferencias entre países en el impacto económico a corto plazo de la pandemia?
- Preyer, G. (2016). Una interpretación de la globalización: un giro en la teoría sociológica. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 61(226), 61–87.
- Ricardo, D. (1817). *Principios de economía política y tributación por David Ricardo* (Vol. 330).
- Rodríguez, P. (2015). *Impacto de la inversión extranjera directa en el crecimiento económico y la desigualdad de ingresos*. *Estudios Económicos*, 27(1), 123-140.
- Rojas Cama, F. A., & Emara, N. (2022). Financial inclusion and gross capital formation: A sectoral analysis approach for the MENA region and EMs. *International Review of Financial Analysis*, 79, 101993.
- Romer, P. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002–1037.
- Romer, P. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98, 5.
- Rostow, W. (1960). The problem of achieving and maintaining a high rate of economic growth: A historian's view. *The American Economic Review*, 50(2), 106–118.
- Rotschschild, M., & Stiglitz, J. (1976). Equilibrium in Competitive Insurance Markets: An Essay on the Economics of Imperfect Information. *Quarterly Journal of Economics*, 60, 629–649.
- Schultz, T. (1960). Capital formation by Education. *Journal of Political Economy*, 70, 1–8.
- Schumpeter, J. (1912). *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*. Duncker y Humlot.
- Shi, L. (2014). *Globalización cultural y desarrollo económico: un análisis empírico*.
- Smith, A. (1776). La riqueza de las naciones. In *Alianza*.
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94.

- Spence, M. (1973). Job Market Signalling. *Quarterly Journal of Economics*, 87, 355–374.
- Spearman, C. (1904). The proof and measurement of association between two things. *The American Journal of Psychology*, 15(1), 72-101.
- Suanes, M. (2015). *Inversión extranjera directa y desigualdad en América Latina*. económico
- Sun, J., Hou, S., Deng, Y., & Li, H. (2024). New media environment, green technological innovation and corporate productivity: Evidence from listed companies in China. *Energy Economics*, 131, 107395.
- Takyi, P. O., Dramani, J. B., Akosah, N. K., & Aawaar, G. (20 de Julio de 2023). Respuesta de las actividades económicas a la pandemia de COVID-19 en los países en desarrollo. *Ciencia africana*, e01642.
- Taymaz, E., Voyvoda, E., & Yilmaz, K. (2024). Is there a virtuous cycle between wages and productivity? Turkish experience after the transition to democracy. *World Development*, 175, 106474.
- Thakur-Wernz, P., Cantwell, J., & Samant, S. (2019). Impact of international entry choices on the nature and type of innovation: Evidence from emerging economy firms from the Indian bio-pharmaceutical industry. *International Business Review*, 28(6), 101601.
- Valadez, G., & Jurado, J. (2016). Innovación tecnológica: un análisis del crecimiento económico en México (2002-2012: proyección a 2018). *Análisis Económico*, 31(78), 145-170.
- Valenzuela Klagges, B., & Fuenzalida O'Shee, D. (enero- junio de 2020). Efectos de la inversión extranjera y competitividad en el comercio y productividad de países latinoamericanos. *Economía & Sociedad*, 25(57), 1-16.
- Wadho, W., & Chaudhry, A. (2022). Innovation strategies and productivity growth in developing countries: Firm-level evidence from Pakistani manufacturers. *Journal of Asian Economics*, 81, 101484.

- Wan, J., Xie, Q., & Fan, X. (2024). The impact of transportation and information infrastructure on urban productivity: Evidence from 256 cities in China. *Structural Change and Economic Dynamics*, 68, 384–392.
- Wang, D., He, B., & Hu, Z. (2024). Financial technology and firm productivity: Evidence from Chinese listed enterprises. *Finance Research Letters*, 63, 105405.
- Wang, K. H., Zhao, Y. X., Jiang, C. F., & Li, Z. Z. (2022). Does green finance inspire sustainable development? Evidence from a global perspective. *Economic Analysis and Policy*, 75, 412–426.
- Wu, J., Zhan, X., Xu, H., & Ma, C. (Junio de 2023). The economic impacts of COVID-19 and city lockdown: Early evidence from China. *Struct Chang Econ Dyn*, 65, 151–165.
- Zhou, C., Hong, J., Wu, Y., & Marinova, D. (2019). Outward foreign direct investment and domestic innovation performance: evidence from China. *Technology Analysis and Strategic Management*, 31(1), 81–95.
- Zou, T. (2024). Technological innovation promotes industrial upgrading: An analytical framework. *Structural Change and Economic Dynamics*, 70, 150–167.
- Zou, W., & Chen, L. (2024). The impact of high-speed railway on firms' productivity. *International Review of Economics & Finance*, 92, 1374–1394.

11. Anexos

Anexo 1.

Certificación de la traducción del resumen de la investigación

Loja, 24 de octubre de 2024

Lic. Viviana Thalia Huachizaca Pugo

LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN MENCIÓN INGLÉS

CERTIFICA:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen del Trabajo de Integración Curricular titulado: **“Efecto de la innovación tecnológica sobre la productividad de la economía ecuatoriana período 1990-2020. Análisis econométrico con datos de series de tiempo”**, autoría de Ana Cristina Poma Tene con CI. 1105821985 de la carrera de Economía de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifico en honor a la verdad y autorizo a la parte interesada hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.

Atentamente,



Lic. Viviana Thalia Huachizaca Pugo

LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN MENCIÓN INGLÉS

Registro Senescyt: 1031-2018-1987944

Anexo 2.

Matriz de correlación

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(1) IPPC	1.000				
(2) IT	0.459*	1.000			
(3) IFBC	0.173	0.146	1.000		
(4) GC	0.572*	0.745*	0.219	1.000	
(5) IED	-0.510*	-0.355*	-0.074	-0.174	1.000

* shows significance at $p < .05$

Anexo 3.

Estabilidad

De acuerdo con la prueba de estabilidad para el modelo VAR estimado en el proyecto, se puede aceptar la hipótesis nula de estabilidad, ya que, todos los módulos son menores a 1.

Eigenvalue	Modulus
-.6901047	.749182
+.2915967i	
-.6901047	.749182
-.2915967i	
.7135702	.71357
.1389031	.710082
+.6963641i	
.1389031	.710082
-.6963641i	
-.1517076	.523588
+.5011275i	
-.1517076	.523588
-.5011275i	
.2046322	.239151
+.1237686i	
.2046322	.239151
-.1237686i	
-.2118821	.211882

All the eigenvalues lie inside the unit circle.

VAR satisfies stability condition.

Anexo 4.

Autocorrelación

La condición de la prueba de autocorrelación se basa en que la probabilidad de chi2 debe ser $>$ a 0.05 para poder aceptar la hipótesis nula de no correlación. Para este caso, se acepta la hipótesis nula, y por ende el VAR está bien estimado.

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	19,59	25	0.77
2	29,31	25	0.25

H0: no autocorrelation at lag order

Anexo 5.

Normalidad

La prueba de normalidad por defecto arroja tres test de normalidad: el de Jarque-Bera, Skweneess y el test de Kurtosis. Estos test presentan como hipótesis nula la normalidad, y si la probabilidad de chi2 es mayor a 0.05 se acepta dicha hipótesis. Para este caso las perturbaciones del VAR se distribuyen normalmente.

Jarque-Bera test

Equation	chi2	df	Prob > chi2
d1hw1	2.784	2	0.24852
d1IIT	0.697	2	0.70561
d1IFBC	5.328	2	0.06967
d1IED	0.242	2	0.88606
d1GC	28.195	2	0.00000
ALL	37.247	10	0.00005

Skewness test

Equation	Skewness	chi2	df	Prob > chi2
d1hw1	.73999	2.555	1	0.10992
d1IIT	.33115	0.512	1	0.47438
d1IFBC	-1,0282	4.933	1	0.02635
d1IED	-.20976	0.205	1	0.65045
d1GC	-.32424	0.491	1	0.48366
ALL		8.696	5	0.12181

Kurtosis test

Equation	Kurtosis	chi2	df	Prob > chi2
d1hw1	3,4431	0.229	1	0.63222
d1IIT	2,6011	0.186	1	0.66659
d1IFBC	3,5818	0.395	1	0.52976
d1IED	3,1771	0.037	1	0.84827
d1GC	7.873	27.704	1	0.00000
ALL		28.550	5	0.00003